

ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCC - 2003

CONTRIBUTI DEL
CENTRO LINCEO INTERDISCIPLINARE
«BENIAMINO SEGRE»
N. 107

CONVEGNO INTERNAZIONALE SUL TEMA
I MODELLI NELLA RICERCA
ARCHEOLOGICA

IL RUOLO DELL'INFORMATICA

(Roma, 23-24 novembre 2000)



ROMA
ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
2003

*Si ringrazia la «Associazione Amici della Accademia dei Lincei»
per la collaborazione offerta all'edizione del presente volume*

FINITO DI STAMPARE NEL MESE DI SETTEMBRE 2003
Azienda Grafica Eredi dott. G. Bardi S.r.l. - 00186 Roma, Piazza delle Cinque Lune, 113

ISSN: 0394-0705

ISBN: 88-218-0900-5

COMITATO ORDINATORE

SERGIO CARRÀ (*Direttore del Centro Linceo*)

CARLO CERCIGNANI

BRUNO BATTAGLIA

LOUIS GODART

TITO ORLANDI

PAOLO SOMMELLA

GIANCARLO SUSINI †

JEAN-CLAUDE GARDIN *

ARCHÉOLOGIE ET MODÈLES:
ESSAI SUR LES RAPPORTS ENTRE LES THÈMES DU SYMPOSIUM

RIASSUNTO. – *Archeologia e modelli. Saggio sui rapporti tra i temi del Convegno.* – Il programma di questo Convegno contiene un gran numero di argomenti aperti alla discussione, raggruppati sotto cinque temi principali (fig. 1): lo scopo di questa relazione è di esaminare i loro rapporti, iniziando dal *tema 3*, la modellizzazione dei sistemi socio-culturali. Il legame attualmente stabilito fra i modelli e la matematica dovrebbe innanzitutto essere rivisto in modo da includere «modelli discorsivi», cioè costrutti espressi in linguaggio naturale in base alla logica dell'argomento che li rende adatti alla simulazione e ai processi di convalida, come accade nei modelli matematici. I dati sui quali tali modelli sono basati hanno origine in principio dalle varie tecniche di raccolta ed elaborazione dei dati considerati sotto i *temi 1* e *2*. Comunque essi sono il risultato di un implicito procedimento di selezione basato sulle ipotesi che un particolare costrutto intende stabilire. La relazione tra questo procedimento essenzialmente intuitivo e le procedure euristiche formali considerate nel *tema 2* è, a dir poco, ambigua. Lo schema dei modelli discorsivi suggerisce forme di espressione condensate che richiedono una certa attenzione in relazione con il futuro delle pubblicazioni archeologiche esaminate nel *tema 4*. La loro caratteristica principale è il formato computazionale che suggerisce nuovi modi di presentare i nostri costrutti sui media elettronici (CDRom, Web), finalizzati alla consultazione piuttosto che alla lettura, soddisfacendo così un'esigenza trascurata dalla «crisi dell'informazione». Tutti i modelli, sia discorsivi sia matematici, sono «invenzioni»; il loro collegamento con la «realtà» è valutato in entrambi i casi attraverso prove di «simulazione». Queste tre nozioni sono alla base di tutti gli argomenti di questo simposio; il caso del restauro, citato nel *tema 5*, fornisce una chiara dimostrazione di questo fatto.

* CNRS - 6, rue des Vertus - 75003 PARIS (Francia).

ABSTRACT. – *Archaeology and models. Essay on the relations between the topics of the Symposium.* – The program of this Symposium lists a sizeable number of subjects open to discussion, under five major topics (fig. 1): the purpose of this paper is to examine their relationships, starting with *topic 3*, the modelization of sociocultural systems. The link currently established between models and mathematics should first be revisited so as to include «discursive models», namely constructs expressed in natural language according to a logic of argument that makes them amenable to simulation and validation processes in the same way as mathematical models. The data upon which such models are founded originate in principle from the various data collecting and processing techniques considered under *topics 1 and 2*. However, they are the result of implicit selection steps guided by the hypotheses which a particular construct purports to establish; the relation between this essentially intuitive process and the formal heuristic procedures considered under *topic 2* is, to say the least, unclear. The design of discursive models suggests condensed forms of expression that deserve some attention in connection with the future of archaeological publications examined under *topic 4*. Their major feature is a computational format that suggests new ways of presenting our constructs on electronic media (CDRom, Web), intended for consultation rather than reading, thus meeting a neglected requirement of the «information crisis». All models, whether discursive or mathematical, are «fictions»; their relation to «reality» is measured in both cases through «simulation» tests. Those three notions underlie all the subjects of this symposium; the case of restoration, cited under *topic 5*, provides a vivid illustration of that point.

Mon intention première avait été de présenter quelques idées sur le thème de la modélisation des systèmes socioculturels de l'antiquité, inscrit au programme de ce symposium (fig. 1, *thème 3*). Cependant, à mesure que j'essayais d'organiser ces idées, je découvrais qu'elles m'obligeaient à traiter de la plupart des autres thèmes mentionnés dans ce programme. Il est clair en effet que la manière de reconstruire la structure et le fonctionnement des sociétés antiques dépend pour une large part de la nature des matériaux recueillis sur le terrain; les sujets proposés au titre du *thème 1* ont donc une incidence directe sur les approches de la modélisation. De même, celle-ci devrait a priori s'appuyer sur les outils de catalogage et d'interprétation considérés sous le *thème 2*; toutefois, la modélisation, ou du moins une certaine manière de la concevoir, conduit à repenser le rôle des outils en question dans nos reconstitutions du passé. Elle suscite aussi des idées nouvelles en matière de publication et a par conséquent sa place dans

l'examen du *thème 4*. Enfin, le caractère fictif des modèles et les épreuves de simulation dont ils sont l'objet font que la «réalité virtuelle» évoquée dans le programme au titre de la restauration du patrimoine archéologique (*thème 5*) est inévitablement présente dans les débats relatifs à la modélisation.

- | |
|---|
| <p>1 La ricerca sul campo</p> <ul style="list-style-type: none"> - La cartografia numerica e i modelli digitali del terreno (DTM) - I GIS e i modelli di distribuzione delle testimonianze archeologiche - L'informatizzazione dei dati di scavo <p>2 La catalogazione e l'interpretazione del «record» archeologico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dalle banche dati ai sistemi multimediali - Le applicazioni statistiche <p>3 La ricostruzione delle società antiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - La modellizzazione dei sistemi socio-culturali dell'antichità <p>4 La diffusione delle informazioni</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biblioteche e musei «virtuali» - La pubblicazione archeologica <p>5 La gestione e la salvaguardia dei Beni Culturali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beni Culturali e modelli di gestione del patrimonio archeologico - La simulazione nel restauro - La realtà virtuale |
|---|

Fig. 1. - Le programme du Symposium et ses cinq thèmes majeurs, sous sa forme originale en italien. La numérotation de 1 à 5 a été ajoutée pour faciliter les références à chacun de ces thèmes dans le texte.

1. – *Nouveaux regards sur la modélisation en général.*

La modélisation des systèmes socioculturels soulève en archéologie des problèmes spécifiques, liés aux restrictions qui pèsent sur la documentation utilisable à cette fin, en particulier lorsque les sources écrites font défaut. Ces problèmes portent sur des questions dont le moule est à peu près toujours le même: étant donné le genre de matériaux dont on dispose et les circonstances de leur acquisition, quelles caractéristiques des

sociétés anciennes est-on en droit d'en inférer et sur quelles bases appuierait-on ces inférences? Inversement, selon la nature des systèmes socioculturels que nous aurons choisi d'élucider, quelles seront les catégories et les modalités de l'observation archéologique aptes à fonder nos hypothèses à leur sujet? Mon propos n'est pas de grossir l'immense masse de textes publiés sur ces questions, avec ou sans référence à la notion de modèle. Il m'a semblé préférable de soulever des questions plus générales touchant la part de la modélisation dans l'étude des phénomènes humains: j'examinerai pour ce faire les mérites et les limites comparés de deux genres de théories présentes dans tous les domaines de recherche où l'on étudie l'ordre humain des choses. Les unes font largement appel à des outils mathématiques et informatiques; elles acceptent d'être soumises à des tests empiriques et revendiquent à ce double titre la qualité de modèles scientifiques. Les autres s'expriment par des textes en langage naturel où l'argumentation se déroule selon une logique dite elle aussi naturelle; la formalisation mathématique en est absente et les épreuves de validation telles qu'on les conçoit dans les sciences de la nature sont tenues là pour inapplicables, voire indésirables. Les théories de ce second groupe n'en conservent pas moins le label scientifique lorsqu'elles émanent des cadres supérieurs de l'enseignement ou de la recherche. Leur mode de discours est souvent appelé «narratif», étant entendu (ou sous-entendu) que la narrativité de ces constructions scientifiques doit obéir à d'autres principes que celle des reportages ou des romans les mieux charpentés.

1.1. – *L'émergence des modèles discursifs.*

Le contraste entre ces deux catégories de textes dans les sciences de l'homme fait l'objet de débats depuis longtemps, sous des appellations diverses: Science et Littérature, Modèles et Récits, Science et Action politique ou sociale, etc. On admet volontiers que l'opposition est relative, un grand nombre de savants faisant appel aux deux modes, mais les opinions continuent à s'affronter quant aux vertus cognitives de chacun; et l'on voit naître à cette occasion un genre intermédiaire ou mixte que certains voudraient élever à la dignité d'un troisième mode de connaissance jouissant d'un statut épistémologique distinct. L'affaire est déjà ancienne; j'ai eu l'occasion de l'évoquer devant cette Académie il y a quelques années (Gardin, 1997). Le fait nouveau est le renforcement d'un courant favorable à

un déplacement de la frontière traditionnellement tracée entre les deux pôles, de quelque façon qu'on les nomme; eu égard au titre de ce symposium, je m'en tiendrai à la formulation «Modèles/Récits» de la dualité. Un séminaire s'est tenu à Paris sous ce titre de 1995 à 1999; il réunissait périodiquement des chercheurs de disciplines différentes (sociologues, historiens, économistes, anthropologues, philosophes, archéologues, mathématiciens), invités par les organisateurs¹ à présenter leurs vues sur le sujet ou à prendre part aux débats qui suivaient. Je résumerai en quelques points les leçons que j'en ai retirées pour mon présent propos.

(a) Les Modélisateurs souhaitent pour leur part qu'on leur précise en termes opératoires où réside la scientificité des constructions narratives (qu'ils ne rejettent pas a priori) lorsque données quantitatives et traitement mathématique font défaut. Un axe de recherche ouvert dans cette direction est l'analyse logiciste de telles constructions, qui vise à dégager leur architecture sous forme d'un «calcul» au sens computationnel du terme, avec ses deux constituants classiques: d'une part, une base de données où sont consignées l'ensemble des propositions qui n'ont pas d'antécédents explicites dans le texte (descriptions, analogies, savoir établi, croyances de l'auteur, etc.), introduites pour étayer telle ou telle inférence au cours du raisonnement; d'autre part, des formules de réécriture qui expriment les inférences en question, enchaînées dans une arborescence qui a pour sommet les conclusions ou hypothèses de la construction². Ainsi réduites, les constructions narratives peuvent être considérées comme les produits d'une modélisation: ce sont des *modèles discursifs* qui procèdent de la

¹ Le sociologue Claude Grignon fut l'instigateur principal de ce séminaire; il dirigeait alors un laboratoire de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) où économistes et sociologues étaient nombreux. Son souci était de favoriser les échanges entre ces deux groupes de chercheurs en dépit des différences de langage qui souvent les séparaient, langage mathématique ou formel pour les uns, narratif ou naturel pour les autres. Le programme bénéficia de l'appui de la Maison des sciences de l'homme, à l'initiative de son président Maurice Aymard. Un livre vient de paraître aux Editions de cette Maison, qui rassemble une douzaine d'exposés présentés au cours des premières années du séminaire (1995-1998), revus et corrigés à la lumière des discussions nourries dont chacun fit l'objet (Grenier *et al.*, 2001).

² La bibliographie sur l'analyse logiciste a été publiée et mise à jour plus d'une fois; voir par exemple Gardin et Borghetti (1995: 45-47); Gardin (2001: 437).

formalisation au même titre que les modèles mathématiques mais par d'autres voies.

(b) Une différence subsiste néanmoins entre les deux partis; elle porte sur la place de la validation dans l'activité scientifique. La coexistence de modèles concurrents est courante dans les sciences de la nature, où l'on admet qu'un arbitrage finira tôt ou tard par s'imposer à la suite d'observations nouvelles, quels qu'aient pu être les jugements antérieurs. Au contraire, les théoriciens du Récit font de l'indécidabilité des constructions relatives aux phénomènes humains une caractéristique inévitable des sciences de l'homme (Ricoeur, 1969, 1993). Le phénomène est patent dans les sciences littéraires, notamment, où l'on n'attend guère que les «explications» successives d'une même oeuvre soient soumises à des tests empiriques destinés à séparer les «bonnes» des «mauvaises». Les disciplines historiques acceptent elles-mêmes que les points de vue diffèrent quant aux circonstances propres à «expliquer» le cours passé des choses, aux échelles variées de temps et d'espace adoptées par chacun (Revel, 1995).

(c) Les modèles discursifs ont l'avantage de se prêter mieux que les constructions narratives dont ils sont issus à l'étude systématique de ces conflits d'interprétation. Ils mettent en évidence les constituants élémentaires de l'argumentation, dispersés ou masqués dans les textes en langage naturel: propositions descriptives, déclarations d'analogies, opérations discrètes d'inférence ou de déduction, référentiels mobilisés pour les justifier (savoir établi, croyances particulières, précédents ethnographiques, etc.). Il devient dès lors facile de repérer, d'une construction narrative à une autre, les points précis où elles divergent à propos d'objets ou de phénomènes plus ou moins semblables. Reste à décider des suites que l'on entend donner à de tels constats. Le parti le plus courant est d'en rester là, au nom du laisser faire; mais force est alors d'affronter le questionnement des Modélisateurs, incapables de concilier ce libéralisme extrême avec aucune définition de la démarche scientifique même la plus ouverte.

(d) A l'inverse, l'intérêt porté aux «bifurcations» que font ressortir les modèles discursifs (à savoir la dérivation de conséquents différents à partir des mêmes prémisses) est une manière de manifester la vocation

scientifique dont les constructions narratives se réclament. Il n'y a plus lieu dès lors d'opposer systématiquement les modèles scientifiques aux narrations savantes, en faveur des unes ou des autres: les secondes se prêtent aux mêmes réductions formelles et aux mêmes épreuves de validation que les premières, pour peu qu'on dégage ce que le sociologue J.-M. Berthelot appelle leurs «noyaux rationnels» (1996: 182), comme l'analyse logiciste s'y emploie.

1.2. – *Les laissés-pour-compte de la modélisation, discursive ou autre.*

Les débats du séminaire que j'évoquais plus haut ne pouvaient manquer de croiser le thème rebattu des limites de la pensée formelle appliquée aux phénomènes humains. Ils eurent le mérite de ne pas s'y attarder, nul ne songeant à nier la part nécessaire du langage et du raisonnement «naturels» dans les approches modélisatrices elles-mêmes. Les discussions portèrent plutôt sur la nature de cette «part» et sur ses fonctions; des divergences de vue se manifestèrent à cet égard, qui ont ici leur intérêt. Je les résumerai en quelques points, comme précédemment.

(a) Il suffit de se reporter aux publications de modèles mathématiques dans les sciences sociales pour se rendre à l'évidence: langage et raisonnement naturels y tiennent encore une large place lorsque l'auteur aborde des questions telles que les modalités de la constitution des données, le choix des systèmes de représentation et des modes de calcul retenus, enfin et surtout le commentaire des résultats. C'est sur ce dernier point que la formalisation marque le plus clairement ses limites: les écarts constatés entre les prédictions du modèle et les observations empiriques appellent des remarques ou des interprétations originales dont la forme rejoint celle des constructions narratives. S'agissant des modèles mathématiques, il n'y a là rien de très nouveau; le fait intéressant est que les mêmes constats valent aussi bien dans le cas des modèles discursifs définis précédemment. La schématisation logiciste d'une construction narrative, en particulier, ne répond à aucune des questions énumérées plus haut. Mieux encore, elle laisse de côté toutes sortes d'éléments du texte qui ont traditionnellement leur place dans les publications des sciences sociales; il est significatif que les débats relatifs aux modèles, discursifs ou autres, débouchent aujourd'hui

sur l'étude systématique de ces *laissés-pour-compte* de la modélisation et sur l'avancement de propositions nouvelles à leur sujet.

(b) Viennent d'abord les *considérations méthodologiques*. Toute construction théorique, en archéologie comme ailleurs, met en jeu des techniques d'observation, des systèmes de représentation et des modes d'ordination qui ne vont pas de soi. Le label scientifique de tels travaux veut que nos choix en ces matières soient raisonnés. **Or**, les raisonnements en question, formulés en langage naturel, sont extérieurs au modèle proprement dit: sont-ils toujours nécessaires? L'argumentation habituelle en leur faveur est que ces digressions méthodologiques manifestent l'assiette scientifique de nos constructions et même la renforcent lorsqu'elles introduisent des étapes formelles: par exemple, des procédures statistiques d'échantillonnage pour la sélection des matériaux, ou des méthodes mathématiques pour l'ordination des données. Ce point de vue me paraît contestable; il faut en effet rappeler que la validité scientifique d'un modèle se mesure essentiellement à travers les épreuves empiriques auxquelles l'accumulation des connaissances archéologiques le condamne, bon an mal an. Autrement dit, les précautions méthodologiques prises *en amont* pour rationaliser la constitution des données, sur le mode discursif ou formel, ne garantissent pas la valeur du modèle, *en aval*. C'est de ce truisme que pourrait se recommander une certaine modération des commentaires méthodologiques associés à la construction de modèles en archéologie, mathématiques ou autres.

(c) Une autre catégorie d'éléments extérieurs au modèle relève de la *rhétorique*, dans l'acception la plus large du terme. On regroupe sous ce titre les pratiques discursives destinées à retenir l'intérêt du lecteur ou à renforcer l'autorité de la chose dite, selon la formule du sociologue Ph. Cibois (1998) – bref, à emporter la conviction, mais par des voies autres que l'argumentation proprement dite. Une de ces voies consiste à manifester l'autorité de l'auteur lui-même...; bien des procédés concourent à cette fin. L'un d'eux est ce que j'ai appelé ailleurs «le balayage du champ des possibles»: confronté à des phénomènes dont l'explication est incertaine, le chercheur passe en revue les différentes hypothèses qui lui viennent à l'esprit, même lorsqu'elles relèvent à l'évidence du sens commun ou du

savoir partagé par tous les membres de sa communauté savante ³, afin que nul ne puisse le soupçonner de les ignorer. Je me suis laissé aller à ces facilités dans une publication archéologique récente pour mieux faire entendre mes doutes sur leur utilité (1998a: 167-180). Des interrogations semblables se font jour depuis peu à propos de la rhétorique de la science en général: ne conviendrait-il pas de séparer désormais plus nettement la composante logique de nos constructions et l'appareil rhétorique dont elles sont traditionnellement enveloppées? ⁴

(d) Cette question vise plus particulièrement les sciences de l'homme; elle se complique là du fait que la composante rhétorique couvre alors des procédés d'exposition et des formes d'expression qui ressortissent davantage à *la littérature* qu'à la rhétorique proprement dite ⁵. Sans doute faudrait-il distinguer en l'espèce quelques degrés, entre de simples effets de style, heureux ou non, et les prolongements romancés qu'anthropologues et historiens aiment parfois donner à leurs travaux savants. Les rapports ambigus que les sciences sociales ont entretenus de tous temps avec les belles-lettres sont bien connus (Lepenies, 1987); ils sont manifestes aujourd'hui, en France tout particulièrement, où le mélange des genres, Science et Littérature, a désormais ses défenseurs au titre de la «Troisième culture» que j'évoquais plus haut, présentée comme le domaine réservé des

³ Le sens savant étant lui-même souvent fort proche du sens commun propre à une société ou à une culture donnée: voir sur ce point Stoczkowski (1994, 1999).

⁴ Vincent de Coorebyter posait naguère la même question dans son introduction à un livre collectif sur le sujet: «Sciences et rhétorique: dualisme ou dilemme?» (1994: 1-4). S'agissant des disciplines historiques en particulier, on ne peut manquer de citer cet appel récent et pour tout dire inattendu de Paul Ricoeur à l'adresse des historiens: «il faut (...) remettre en chantier la problématique suscitée par l'analyse rhétorique du discours (...) dans deux directions: en aval du texte, du côté de la réception par le lecteur; en amont, du côté des phases antérieures du procès historiographique». Ces phases antérieures sont, dans la nouvelle terminologie de l'auteur, la phase 'documentaire' et la phase 'explicative/compréhensive' (*sic*), P. Ricoeur jugeant désormais qu'«en histoire il n'y a pas de dichotomie irréductible entre explication et compréhension» (2000: 739, 744-745).

⁵ Revenons à la terminologie de P. Ricoeur dans son appel récent aux historiens (note 4): la troisième et dernière phase de la représentation du passé est dite «littéraire ou scripturaire». C'est, dit-il, «le lieu d'entrecroisement du convaincre et du plaire», lequel n'est pas «la chasse gardée de la rhétorique» (*loc. cit.*). Même tardivement, on ne saurait mieux dire.

sciences de l'homme. Un fait nouveau mérite néanmoins d'être signalé: c'est l'émergence d'un mouvement inverse en faveur de la séparation des genres. On dénonce par exemple les malentendus qu'entraînent les «théories-œuvres» de certains sociologues, candidates au «statut de théories scientifiques mais conçues sur le modèle traditionnel, littéraire ou philosophique, de l'œuvre personnelle» (Grignon, 1996: 83); ou encore «les dérives du 'littérarisme'... un abus de pouvoir 'scientiste' [...] qui consiste à croire que ce que dit la science ne devient intéressant et profond qu'une fois retranscrit dans un langage littéraire et utilisé de façon 'métaphorique', un terme qui semble autoriser et excuser presque tout» (Bouveresse, 1999, 4^e de couverture). Mieux encore, on propose de dégager un genre distinct, l'Essai, pour y verser les textes des sciences sociales où la distinction entre noyaux rationnels et expansions rhétoriques est impossible, en dépit du statut scientifique dont la qualité des auteurs les gratifie (Berthelot, 2001 : 443-445).

Je m'é gare, dira-t-on, loin de l'archéologie et de ses modèles; eh bien, revenons-y, et nous retrouverons bientôt les mêmes questions à propos du *thème 4* de notre programme (*infra*, § 3). Auparavant, un retour s'impose sur les *thèmes 1* et *2* et sur leurs rapports avec les modèles discursifs dont on vient de débattre.

2. – *Le passage du terrain aux modèles (thèmes 1 et 2).*

L'archéologie est une discipline empirique: tout modèle, mathématique ou discursif, s'appuie sur les faits d'observation qui l'ont engendré (sites, objets, phénomènes), ou sur d'autres qui le «vérifient», selon le point de vue qu'on en a. Cependant, il est plus exact de dire que les modèles s'appuient sur des *représentations* symboliques de ces faits, exprimés dans un langage quelconque (naturel, documentaire, scientifique), bref sur des «données» de toute espèce (Gardin et Peebles, 1992). De telles représentations apparaissent dès les premiers stades de la recherche, au cours des prospections et des fouilles (*thème 1*). D'autres représentations, ou les mêmes, nourrissent les étapes documentaires ultérieures et les premiers essais d'interprétation considérés sous le *thème 2*. La question intéressante pour mon propos est celle des rapports entre ces différentes masses de données et celles qui figurent à la base des modèles socioculturels considérés sous le *thème 3*. Dans la perspective du présent symposium, il est

normal qu'on s'attache plus particulièrement aux bases de données mobilisées dans les applications de l'informatique: cartographie numérique, modèles topographiques, archives de fouilles, banques de données, systèmes multimedia; mais il faut s'entendre sur ce qu'on appelle des «données» dans cette panoplie. Celles qui nourrissent l'ordinateur sont des représentations numérisées d'entités très diverses: tantôt des matériaux physiques appréhendés par des capteurs (ex.: télédétection, photogrammétrie, analyses en laboratoire), tantôt des observations humaines exprimées par des chaînes de symboles alphanumériques. Le moins qu'on puisse dire est que les masses de données ainsi mobilisées, d'une application à une autre, entretiennent entre elles des rapports que nous ne maîtrisons guère. On ne saurait donc espérer que le raisonnement archéologique trouve à travers ces applications le chemin d'une espèce de raffinement continu, depuis les premières appréhensions de nos objets, à quelque stade que ce soit – cartographie, fouille, documentation – jusqu'aux représentations puissamment sélectives qui figurent à la base des modèles socioculturels de l'antiquité. La discontinuité, les ruptures de chaîne dominant tout au long de ce processus, où les automatismes sont constamment interrompus par des retours à l'analyste humain: on attend de lui qu'il réfléchisse à chaque étape sur les «produits» de l'ordinateur obtenus jusque là pour formuler les «données» nouvelles d'une étape suivante, vers les objectifs de son choix.

Pourtant, quelques cas d'enchaînements partiels paraissent envisagés dans notre programme. Un premier exemple est la relation établie sous le *thème 1* entre les systèmes d'information géographiques (SIG) et les modèles de distribution spatiale des vestiges archéologiques. On peut effectivement faire en sorte que les «données» requises par ces modèles figurent parmi les «produits» de tel ou tel SIG, de manière à obtenir directement les cartes de distribution voulues; mais celles-ci ne sont significatives a priori qu'aux yeux des adeptes du modèle d'analyse spatiale choisi, *parmi d'autres*. Rien ne permet de postuler que ces «significations» – c'est-à-dire les interprétations des cartes en question – figureront parmi les «données» retenues pour fonder les modèles socioculturels ultérieurs.

Autre exemple. Les banques de données et les applications statistiques apparaissent ici sous le *thème 2*, «catalogage et interprétation du

matériel archéologique». L'idée sous-jacente, je suppose, est que l'application de calculs statistiques à tout ou partie des données engrangées dans de telles banques peut mettre en évidence certaines configurations formelles justiciables d'une interprétation historique. Un grand nombre de projets archéologiques ont été bâtis sur ce credo heuristique au cours des dernières décennies. Quelle qu'ait pu être leur contribution au progrès des connaissances archéologiques, force est de constater que les *bases* de données utilisées dans ces projets sont rarement tirées de *banques* de données préétablies, dans les mêmes domaines de recherche ou pour les mêmes objets. Ce sont plutôt des ensembles de représentations *ad hoc*, légitimement inspirées par les hypothèses interprétatives de l'auteur, à l'inverse des catalogages neutres que les banques de données sont censées constituer à des fins documentaires plus générales. La discontinuité entre ceci et cela est plus manifeste encore lorsque les banques de données font appel à des systèmes multimedia. L'intérêt de ces systèmes est qu'ils mettent à la disposition des chercheurs un ensemble d'images illustrant les objets auxquels les données se rapportent, accompagnées le cas échéant de commentaires à leur sujet, tout en offrant des possibilités de navigation entre ces différents registres. Or, à défaut d'une indexation complémentaire, ces images ne constituent pas des «données» au même titre que les descripteurs des banques de données traditionnelles; et les commentaires ou légendes associés n'acquièrent eux-mêmes ce statut que si l'on peut interroger tout ou partie de leur texte à la manière des points d'accès dans les systèmes documentaires. En tout état de cause, la discontinuité soulignée plus haut reste totale dans le cas des banques d'images tant que la seule numérisation de celles-ci se révèle insuffisante pour nourrir les programmes heuristiques dont il vient d'être question⁶.

En conclusion, la sélection et la représentation des données sont des opérations toujours placées sous l'influence plus ou moins consciente des objectifs du traitement auquel on se propose de les soumettre. Ce truisme n'a pas toujours été pris en compte dans la conception des premières

⁶ Les mécanismes de navigation des systèmes multimedia n'en sont pas moins précieux; nous y reviendrons plus loin à propos de projets plus ambitieux en rapport avec l'évolution des publications archéologiques (§ 3).

applications de l'informatique à l'archéologie⁷; il conserve sa pertinence aujourd'hui lorsque ces applications visent à bâtir ou à tester des modèles socioculturels de l'antiquité (*thème 3*). L'extrême variabilité des données recueillies ou manipulées dans les entreprises moins ambitieuses (*thèmes 1 et 2*) intéresse triplement la problématique de ces modèles: (a) d'abord parce qu'on la retrouve inéluctablement dans les bases de données éminemment sélectives auxquelles font appel les modèles socioculturels; (b) ensuite parce que les rapports entre ces bases et les produits des applications documentaires sont pour le moins énigmatiques et probablement condamnés à le rester; (c) enfin et surtout parce que ces produits sont pour la plupart, rappelons-le, de nature non numérique (cartes, textes, tables, schémas) et qu'il est en tout état de cause illusoire d'espérer que leur numérisation pourrait fournir les données requises à l'entrée d'aucun programme de modélisation. On voit ainsi se confirmer le caractère *discursif* de ces modèles, même s'ils comportent localement des enchaînements mathématiques: en premier lieu, leurs données de base (ou bases de données) ne peuvent manquer de faire appel au langage naturel autant ou plus qu'à celui des nombres, à l'inverse des applications considérées sous les *thèmes 1 et 2*; d'autre part, les «calculs» dont ces données font l'objet sont eux-mêmes mixtes, les uns d'ordre mathématique, les autres d'ordre logique ou logiciste, au sens où ces termes ont été pris plus haut (§ 1.1). Cet aspect du paradigme computationnel a reçu jusqu'ici moins d'attention que la modélisation mathématique; on trouvera plus loin certaines raisons qui peuvent l'expliquer (§ 3, fin).

3. – *Des modèles aux publications archéologiques* (thèmes 3 et 4).

Les rapports entre l'informatique et la publication archéologique ont été abordés jusqu'ici principalement sous l'angle de la technologie. Les progrès spectaculaires en matière de stockage et de consultation de l'information ont conduit à l'idée que la numérisation et la mise en réseau des publications archéologiques pourraient apporter une solution à la «crise» que celles-ci sont censées traverser aujourd'hui. Crise économique

⁷ Je plaiderais volontiers coupable en la matière en raison des illusions qu'ont pu faire naître en leur temps certains de mes essais dans cette voie, malgré les réserves bientôt émises à leur sujet (Gardin, 1967: 28-29).

pour les uns (prix de revient excessifs, comptes déficitaires), crise institutionnelle pour d'autres (frilosité des sociétés savantes, désintérêt de l'Etat, faiblesse du lectorat), mais crise transitoire, espère-t-on, la publication électronique devant permettre de la contourner grâce à la réduction des coûts et à l'élargissement de la diffusion. Fondée ou non, cette vision des choses laisse de côté, me semble-t-il, un aspect majeur de la crise, à savoir la tension reconnue entre le volume croissant des textes publiés au fil des ans dans nos champs de recherche et l'invariabilité de nos capacités de lecture, toujours limitées. J'ai soulevé ce problème si souvent (1979: 244-273; 1998b: 75-76; 1999) que je me garderai de l'exposer à nouveau; une phrase suffira pour résumer mon propos. Puisqu'il semble désormais admis que nous *consultons* les publications archéologiques plus souvent que nous ne les *lisons*, ne serait-il pas temps d'en modifier la forme pour faire droit à cette évolution? Une voie de recherche possible dans ce sens est celle des modèles discursifs évoqués plus haut (§ 1.1): leur intérêt est qu'ils présentent de façon condensée l'architecture logique de nos constructions et la nature de leurs constituants essentiels. Les schématisations proposées sont ainsi un outil de consultation commode pour déterminer rapidement l'apport cognitif d'un texte et arrêter en connaissance de cause une économie personnelle de lecture, selon les parties de la schématisation qui retiennent plus particulièrement l'attention⁸. En retour, les textes eux-mêmes pourraient sans dommage se faire plus concis, en accord avec l'évolution des idées relatives à la rhétorique des sciences sociales (*supra*, § 1.2, c, d).

Cette insistance sur les aspects intellectuels de notre «crise» ne signifie pas qu'on récuse l'intérêt des nouvelles technologies de l'information. Les deux voies tendent d'ailleurs à se rejoindre lorsqu'on tire parti du format computationnel des modèles discursifs pour concevoir des publications d'un genre nouveau, sur support électronique. Le seul transfert de la littérature archéologique sur de tels supports, si l'on ne change rien à

⁸ Des exemples de schématisation ont été publiés dès les premiers travaux du programme logiciste en archéologie (Gardin et Lagrange, 1975; Gardin, 1979: 184-202; Gardin *et al.*, 1987); d'autres figurent à la fin d'un livre récent déjà cité (Gardin, 1998a: 171-180, variantes dans Gardin, 1998b). Voir aussi, en histoire, Borghetti (1995); en anthropologie, Stoczkowski (1994: 79-137); en ethnoarchéologie, Gallay et Ceuninck (1998); en analyse littéraire, Evrard (1995).

ses dimensions, ne résout pas le problème du déséquilibre Production/Consommation rappelé plus haut: on ne lit pas plus vite sur écran que sur papier. En revanche, la structure arborescente des modèles discursifs se prête à des applications du principe de l'hypertexte; c'est la voie qu'ont choisie par exemple Valentine Roux et Philippe Blasco pour présenter sur CD Rom une version électronique d'un livre collectif d'archéologie (Roux, 2001), après schématisation de son contenu. La publication des résultats de recherche sous cette forme est aussi concevable sans passer par le livre ou l'article imprimé; on en trouvera des exemples sur le site internet consacré aux travaux du Département d'Ethnomusicologie du Musée de l'Homme, à Paris (Rappoport et Chemillier, 2002).

Ces essais d'innovation ne soulèvent pas, on s'en doute, l'enthousiasme de tous dans les humanités: la plupart des chercheurs restent attachés aux formes d'écriture et de publication traditionnelles. Bien plus, nombre d'entre eux défendent âprement la tournure plus ou moins littéraire de leurs écrits, légitimée par des références aux courants que désignent des formules comme la Troisième voie, le Retour au récit, ou, plus franchement, l'éloge de la littérature dans les sciences historiques (Gardin, 1995); il n'est donc pas étonnant que les modèles discursifs et l'analyse logiciste dont ils sont le fruit ne soient guère populaires dans la communauté savante. Ces résistances sont, si j'ose dire, «de bonne guerre»; car il n'y a là en réalité aucune guerre mais plutôt le genre de conflit d'opinion somme toute assez paisible qui accompagne les phénomènes d'évolution à long terme. J'ai proposé ailleurs une analogie entre la situation présente des sciences de l'homme, quant aux modes d'écriture, et celle des sciences de la nature au début du 16^e siècle telle que la voyait Francis Bacon. Ce dernier citait alors, parmi les freins à «la promotion des savoirs», la domination de la culture littéraire de son temps, plus sensible à l'élégance du discours qu'au «poids des choses» et à la solidité des raisonnements, et entraînée à de vains tourbillons de mots sans lien avec le monde de l'expérience (cité dans Gardin, 2001 : 453, n. 2). Or, il fallut près de deux siècles pour que le discours scientifique s'affranchît tout à fait des belles-lettres. Mon analogie s'effondre, cependant, si l'on reste fidèle à l'idée que le raisonnement scientifique suit des voies différentes selon qu'il porte sur des phénomènes naturels ou sur des phénomènes humains.

4. – *Modèles socioculturels et mondes virtuels* (thèmes 4 et 5).

Reste à dire un mot pour conclure sur le rapport entre les mondes virtuels évoqués à plus d'une reprise dans le programme du symposium et les modèles qui nous occupent. Une manière facile d'exprimer ce rapport consiste à souligner que nous avons affaire de part et d'autre à des «fictions»: fictions théoriques dans le cas des modèles (*thème 3*), fictions documentaires dans le cas des bibliothèques et des musées virtuels (*thème 4*), fictions techniques, enfin, dans le cas des monuments restaurés (*thème 5*). Mais on laisse alors de côté l'essentiel, à savoir la différence entre des *images* ou des *copies* d'objets obtenues par des machines et des *représentations* fabriquées par des cerveaux humains. Différences de nature comme aussi de fonction qui vont sans dire; mais le cas de la «*simulazione nel restauro*» mérite qu'on s'y arrête parce qu'il semble occuper une place intermédiaire entre ces deux genres de fictions.

La restauration des vestiges matériels, quels qu'ils soient (objets, monuments, sites, paysages) est rarement une opération de stricte copie, surtout lorsqu'on manque de textes ou de documents graphiques pour la guider; une part d'imagination est alors inévitable. Par ailleurs, les aspects techniques de cette tâche ne se retrouvent pas au même degré dans la constitution de bibliothèques ou de musées virtuels; et les produits de la restauration ne se confondent pas davantage avec les représentations que fabriquent les modélisateurs, même si les uns comme les autres tendent à simuler une certaine réalité. Les fictions des restaurateurs ont pour but de «faire illusion» grâce à des connaissances partagées entre leurs auteurs et leurs juges. Il arrive certes que les travaux de restauration livrent des vues nouvelles sur les techniques anciennes, mais à cette exception près, la fabrication de «faux» ne prétend pas ici enrichir les connaissances scientifiques. Tel est en revanche l'espoir de la modélisation; les épreuves de simulation auxquelles on soumet les modèles, confrontés aux observations empiriques du moment, sont autant d'essais d'approcher le «réel» (du moment), à défaut d'une «vérité» sagement jugée hors d'atteinte.

Ainsi, tout bien pesé, et en jouant sur le double sens du mot «virtuel» (virtualité physique, matérielle, *contra* symbolique, imaginaire), tous les

sujets inscrits à notre programme ont rapport à la «réalité virtuelle» par laquelle il se conclue.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTHELOT J.-M., 1996. *La science est-elle soluble dans le social? Note sur la norme du vrai et les sciences sociales*. Revue européenne des sciences sociales, XXXIV, no. 104: 181-186.
- BERTHELOT J.-M. (éd.), 2001. *L'épistémologie des sciences sociales*. Presses Universitaires de France, Paris.
- BORGHETTI M.N., 1995. *Studio di un caso: l'analisi di un testo di storia economica*. In: J.-CL. GARDIN, M. BORGHETTI, *L'architettura dei testi storiografici: un'ipotesi*. CLUEB, Bologna: 111-203.
- BOUVERESSE J., 1999. *Prodiges et vertiges de l'analogie. De l'abus des belles-lettres dans la pensée*. Raisons d'agir, Paris.
- CIBOIS PH., 1998. *L'analyse rhétorique de données textuelles: une comparaison entre textes scientifiques de deux disciplines*. In: S. MELLET, M.VUILLAUME (éds.), *Mots chiffrés et déchiffrés* (Mélanges offerts à Etienne Brunet). Honoré Champion, Paris: 41-65.
- COOREBYTER V. DE (éd.), 1994. *Rhétoriques de la science*. Presses Universitaires de France, Paris.
- EVARD E., 1995. *Horace, C. I, 11*. Les Etudes Classiques, 63: 23-37.
- GALLAY A., CEUNINCK G. DE, 1998. *Les jarres de mariage décorées du Delta intérieur du Niger (Mali): approche ethnoarchéologique d'un bien de prestige*. In: B. FRITSCH, M. MAUTE, I. MATUSCHIK, J. MÜLLER, C. WOLF (eds.), *Tradition und Innovation: Prähistorische Archäologie als Historische Wissenschaft* (Festschrift für Christian Strahm). Marie Leidorf, Rahden.
- GARDIN J.-CL., 1967. *Methods for the descriptive analysis of archaeological materials*. American Antiquity, 32: 13-30.
- GARDIN J.-CL., 1979. *Une archéologie théorique*. Hachette, Paris (Adaptation française de *Archaeological Constructs: an Aspect of Theoretical Archaeology*. Cambridge University Press - Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris 1980).
- GARDIN J.-CL., 1995. *L'éloge de la littérature et ses ambiguïtés dans les sciences historiques*. In: A. GALLAY (éd.), *Dans les Alpes, à l'aube du métal*. Archéologie et bande dessinée. Musées cantonaux du Valais, Sion: 23-33.
- GARDIN J.-CL., 1997. *Le raisonnement traditionnel et sa mise en forme dans un milieu informatique*. In: T. ORLANDI (ed.), *Il problema della formalizzazione* (Contributi del

- Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 96). Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 67-83.
- GARDIN J.-CL., 1998a. *Prospections archéologiques en Bactriane orientale (1974-1978)*, vol. 3, *Description des sites et notes de synthèse*. Editions Recherche sur les Civilisations, Paris.
- GARDIN J.-CL., 1998b. *Cognitive issues and problems of publication in archaeology*. In: S. TABACZYNSKI (ed.), *Theory and Practice of Archaeological Research*, vol. 3: *Dialogue with the Data: the Archaeology of Complex Societies and its Context in the '90s*. Scientia, Warsaw: 65-113.
- GARDIN J.-CL., 1999. *Calcul et narrativité dans les publications archéologiques*. *Archeologia e Calcolatori*, 10: 63-78.
- GARDIN J.-CL., 2001. *Modèles et Récits*. In: J.-M. BERTHELOT (éd.), *L'épistémologie des sciences sociales*. Presses Universitaires de France, Paris : 407-454.
- GARDIN J.-CL., LAGRANGE M.-S., 1975. *Essais d'analyse du discours archéologique*. Centre National de la Recherche Scientifique, Valbonne - Paris.
- GARDIN J.-CL., PEEBLES C.S. (eds.), 1992. *Representations in Archaeology*. Indiana University Press, Bloomington - Indianapolis.
- GARDIN J.-CL., BORGHETTI M., 1995. *L'architettura dei testi storiografici: un'ipotesi*. CLUEB, Bologna.
- GARDIN J.-CL., GUILLAUME O., HERMAN P.Q., HESNARD A., LAGRANGE M.-S., RENAUD M., ZADORA-RIO E., 1987. *Systèmes experts et sciences humaines: le cas de l'archéologie*. Eyrolles, Paris (English translation: *Artificial Intelligence and Expert Systems: Case Studies in the Knowledge Domain of Archaeology*. Ellis Horwood, Chichester 1988).
- GRENIER J.-Y., GRIGNON C., MENGER P.-M. (éds.), 2001. *Le Modèle et le Récit*. Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris.
- GRIGNON C., 1996. *Le savant et le lettré, ou l'examen d'une désillusion*. *Revue européenne des sciences sociales*, XXXIV, no. 103: 81-98.
- LEPENIES W., 1987. *Sur la guerre des sciences et des belles-lettres à partir du XVIIIe siècle*. MSH Informations [Maison des sciences de l'homme], no. 54 : 8-17.
- RAPPOPORT D., CHEMILLIER M., 2002. *Pourquoi présenter des modèles musicaux sur l'Internet?* In: A. IACOVELLA (éd.), *Sémantique et archéologie: aspects expérimentaux* (Actes de la Table ronde organisée sous ce titre à l'École Française d'Athènes, 18-20 novembre 2000). En préparation.
- REVEL J., 1995. *Ressources narratives et connaissance historique*. *Enquête*, 1: 43-70.
- RICOEUR P., 1969. *Le conflit des interprétations: essais d'herméneutique*. Seuil, Paris.
- RICOEUR P., 1993. *Temps et Récit*. Seuil, Paris (reprise des trois volumes publiés sous ce titre chez le même éditeur en 1983, 1984 et 1985).

- RICOEUR P., 2000. *L'écriture de l'histoire et la représentation du passé*. Annales (Histoire, Sciences Sociales), 55^e année, no. 4: 731-747.
- ROUX V. (éd.), 2001. *Cornaline de l'Inde. Des pratiques techniques de Cambay aux techno-systèmes de l'Indus* (French-English CD-Rom enclosed). Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris.
- STOCZKOWSKI W., 1994. *Anthropologie naïve, anthropologie savante. De l'origine de l'homme, de l'imagination et des idées reçues*. CNRS Editions, Paris.
- STOCZKOWSKI W., 1999. *Des hommes, des dieux et des extra-terrestres: anthropologie d'une croyance moderne*. Flammarion, Paris.

ALESSANDRO GUIDI *

ARCHEOLOGIA ED EVOLUZIONE SOCIALE:
MODELLI TEORICI A CONFRONTO

ABSTRACT. – *Archaeology and social evolution: a comparison of theoretical models.* – This paper is a short review of many theoretical models on social evolution that archaeologists used (and still use), overcoming an ordinary skepticism on the possibilities to infer such characteristics of primitive societies from the archaeological record. From the first «graphical» model, presented by Braidwood in occasion of the Centenary of the Darwin masterpiece (1959), many other examples are presented by Anglo-Saxon, French, Russian, Spanish and Italian scholars. If in the beginning the «focus» of many archaeological enquiries was on data and their (more or less) plain publication, without any attempt of historical (or anthropological) explanation, today the situation seems completely reversed. A body of very complex and often original theories stands on very often incomplete or not reliable data. The last twenty years were characterized by a deep «rethinking» of social evolution theory. Categories like tribe, chiefdom or state were criticized, questioning also the lack of inequality in the most primitive societies. At the same time, the new acquisitions by Eldredge and Gould in the field of natural sciences inspired the exploration of alternative pathways to evolution or devolution, the idea of cyclical development, the concept of resistance to political power as an active force in the social change also in prehistory. Even the recent spread of explanations inspired to the well known «World System Theory» is carefully scrutinized in order to underline its legacy with one of the main archaeological school: the diffusionism.

RIASSUNTO. – L'articolo costituisce una sorta di riflessione attorno allo sviluppo delle tematiche dell'evoluzione sociale e alla possibilità di coglierne il riflesso nella documentazione archeologica. Da un atteggiamento di sostanziale scetticismo l'archeologia è

* Dipartimento di Discipline Storiche, Artistiche e Geografiche - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università degli Studi di Verona - Via S. Francesco, 23 - 37129 VERONA. alessandro.guidi@univr.it

passata, nel corso degli ultimi cinquant'anni, a uno completamente opposto, di sviluppo della teoria anche a livelli molto raffinati; paradossalmente sono proprio i dati a essere spesso inadeguati alle risposte che vogliamo trarre dalla loro analisi. Si mette anche in rilievo come nel dibattito degli ultimi venti anni, oltre a cogliere l'importanza dei nuovi sviluppi della teoria dell'evoluzione biologica (si pensi, in particolare, agli «equilibri puntuati» di Eldredge e Jay Gould), gli studiosi si siano progressivamente affrancati da una sorta di «dogmatismo» derivante dall'accettazione, spesso acritica, del modello di sviluppo delle società primitive banda-tribù-*chiefdom*-stato, per esplorare nuove tematiche come quelle della «devoluzione», dell'ineguaglianza anche in società apparentemente «egualitarie» o dell'andamento ciclico, piuttosto che unidirezionale, di molti cambiamenti delle società pre- e protostoriche.

In un celebre articolo pubblicato su *Antiquity* nel 1937, Aarne Michael Tallgren scriveva: «... Forme e tipi, cioè prodotti, sono stati considerati più reali e vivi della società che li creò e le cui necessità determinarono queste manifestazioni della vita» (Tallgren, 1937: 155; traduzione dell'autore).

Nella trasparente polemica dell'archeologo finlandese contro la smania classificatoria della scuola storico-culturale, allora dominante nelle scienze umane, si legge in filigrana tutta l'insoddisfazione per una disciplina che, pur essendo l'unica in grado di contribuire in modo decisivo alla ricostruzione dei processi di nascita, evoluzione e devoluzione della complessità sociale, si era ben guardata, fino ad allora, di dotarsi di un consistente apparato concettuale finalizzato all'interpretazione della documentazione archeologica, compito al quale sembravano assai più adeguati gli specialisti di storia, antropologia o filologia.

Anche nell'epoca d'oro della paletnologia evolucionista, il più importante contributo teorico di questo genere – la nota proposta di suddivisione della storia delle società estinte nei tre successivi stadi dello stato selvaggio, della barbarie e della civiltà – era stato formulato, nel suo *Ancient Society* (1877), da un antropologo, Lewis Henry Morgan. L'accoglienza riservata a questo libro da Marx e, soprattutto, da Engels, che dopo la morte dell'amico rielaborò i comuni appunti nell'*Origine della famiglia, della proprietà privata e dello stato* (1884) e la successiva trasformazione delle ipotesi engelsiane nell'assai più grossolana «teoria degli stadi», adottata come «dottrina» storica dalla Russia sovietica, non favorirono certo la riflessione su questi temi nella temperie politica e culturale europea tra le due guerre mondiali.

Non è un caso che l'unica voce «fuori dal coro» appartenesse a un archeologo dichiaratamente marxista come Childe, che, tre anni prima del *pamphlet* di Tallgren, nel suo *New light on the most Ancient East* (1934), aveva introdotto i termini, ancora oggi fortemente evocativi, di «rivoluzione neolitica» e «rivoluzione urbana». Anche nel caso di Childe, però, nonostante la sua pronta adozione e rielaborazione della teoria degli stadi sovietica, l'impianto di fondo rimane quello tipico della scuola storico-culturale.

Bisogna aspettare l'ultimo dopoguerra per la definitiva ricomparsa – di nuovo negli Stati Uniti e in campo antropologico – di un corpo coerente di ipotesi ricostruttive di tipo evoluzionista sulla storia delle società estinte. Nella versione di Leslie White e, soprattutto, di Julian Steward, tra i fattori di sviluppo delle diverse società ne entra prepotentemente uno quasi ignorato o spesso messo in secondo piano dall'evoluzionismo «classico»: l'influenza dell'ambiente.

Già nella conferenza organizzata nel 1947 con diversi archeologi, Steward proponeva una periodizzazione parallela di diverse regioni, come il Perù, la Mesoamerica, l'Egitto, la Mesopotamia e la Cina, caratterizzate da ambiente arido e semi-arido. Nella sua opera fondamentale, *The theory of culture change* (1955), Steward teorizzava esplicitamente un evoluzionismo di tipo «multilineare» (opposto, polemicamente, sia a quello «unilineare» di stampo ottocentesco che a quello «universale», interessato allo studio della cultura in sé, al di fuori cioè del rapporto con l'ambiente, esemplificato dagli scritti di Childe e White), caratterizzato dalla ricerca di limitati parallelismi tra varie aree geografiche, più simile quindi alle differenti forme di adattamento all'ambiente della teoria dell'evoluzione biologica (Steward, 1977).

Proprio il centenario della pubblicazione dell'*Origine delle specie*, celebrato a Chicago nel 1959, costituiva l'occasione per un grande specialista dell'archeologia vicino-orientale, Robert Braidwood, per elaborare un originale modello teorico dello sviluppo delle culture preistoriche dell'Africa sub-sahariana, dell'Europa occidentale, dell'Asia sud-occidentale, dell'Estremo Oriente e dell'America settentrionale (fig. 1), basato sull'individuazione di vari tipi di «livelli» (raccolta non specializzata, produzione del cibo, ecc.), concepiti come adattamenti sempre più intensivi dei tipi di insediamento e delle tecniche di sussistenza ai diversi ambiti geografici (Braidwood, 1960).

Gli anni '60 vedono la definitiva realizzazione, nell'ambiente statunitense, di un processo di comune rinnovamento dell'antropologia e dell'ar-

cheologia (la prima, fortunata stagione della *New Archaeology*). Nel primo settore di studio basterà citare la fortunata classificazione (ancora oggi, sostanzialmente, adottata dalla maggioranza degli studiosi) dei diversi stadi evolutivi delle società umane (banda-tribù-*chiefdom*-stato) elaborata agli inizi degli anni Sessanta da Elman Service in *Primitive social organization* (Service, 1983). Quanto al secondo, uno dei migliori esempi è certamente costituito da un'opera non facilmente catalogabile nell'archeologia di tipo tradizionale o in quella «nuova», ma certamente innovativa e destinata, in seguito, ad influire nel dibattito teorico, come *The evolution of urban society*, di Robert McC. Adams (1966). L'analisi comparata delle vicende storiche della Mesopotamia e del Messico centrale consentono ad Adams di delineare tre successive fasi di organizzazione statale (politico-teocratica, politico-militarista, stato di conquista) che, per lui, sono il risultato di un mutamento cumulativo, fatto di lente progressioni e, allo stesso tempo, di «balzi in avanti», ben esemplificato nel diagramma qui riportato a fig. 2 (curva B, diversa sia da quella A = modello dell'evoluzione graduale che da quella C = modello dell'evoluzione fondata su continue rotture o «balzi» in avanti) (Adams, 1982).

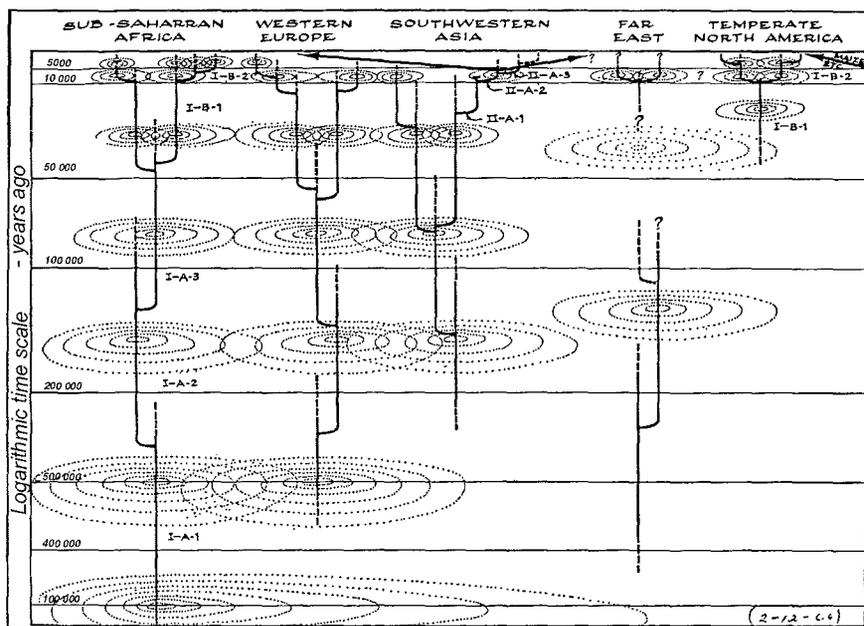


Fig. 1. - Il modello elaborato da Braidwood per la conferenza di Chicago del 1959 (da: Braidwood, 1960, fig. 1).

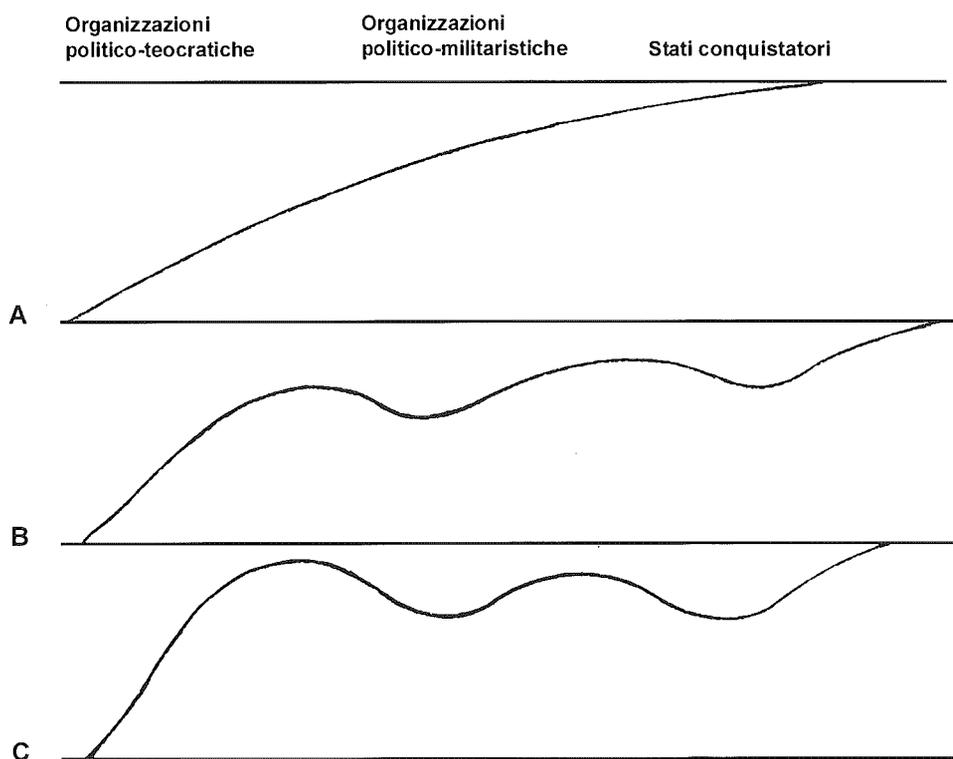


Fig. 2. – I tre «modelli dell'antico sviluppo urbano» di Adams (da: Adams, 1982, fig. 4).

L'importanza delle teorie neoevoluzioniste nell'archeologia processuale anglosassone, il cui scopo primario è proprio la ricostruzione dei cambiamenti culturali e delle «leggi» che li governano, è già stata sottolineata da diversi studiosi. In quegli anni era di moda cercare cause «scatenanti» (*prime movers*) dell'evoluzione sociale e, in particolare, della nascita degli stati arcaici (di volta in volta la pressione demografica, la guerra, il commercio, il contatto con stati più evoluti).

Tra i modelli proposti negli anni Settanta vanno citati almeno tre casi di studio:

1) quello della trasformazione delle società neolitiche greche nelle prime forme di organizzazione protostatale europea, spiegato da Colin Renfrew, in *The emergence of civilization* (1972), come effetto di trasformazioni (nel gergo della teoria dei sistemi *feedbacks* positivi) verificatesi all'interno di peculiari sottosistemi (in particolare quelli della sussistenza/redistribuzione e della specializzazione artigianale), provocanti un effetto «moltiplicatore»

sull'intero sistema culturale (Renfrew, 1972).

2) La ricostruzione dell'evoluzione della valle messicana dell'Oaxaca nel periodo formativo (1500-500 ca. a.C.), basata su un lungo lavoro di ricerca svolto da Kent Flannery e dalla sua *équipe*, nella quale, pur considerando importanti i fattori ambientali, viene rigettata ogni spiegazione di tipo deterministico, assegnando una posizione preminente all'organizzazione socio-politica (si veda, in particolare, l'analisi del ruolo del tributo come meccanismo-chiave della nascita e della crescita delle società complesse) (Flannery, 1976).

3) La rilettura delle fasi terminali del processo di sviluppo dei sistemi statali della Mesopotamia e dell'Iran sudoccidentale effettuata da Henry Wright e Greg Johnson nell'ambito di una teoria degli stati arcaici come sedi del potere decisionale (*decision-making*) delle società complesse (Johnson, 1973; Wright e Johnson, 1979), la cui crescente strutturazione gerarchica è causata, in ultima analisi, dall'aumento del livello degli scambi e il cui correlato archeologico (anche in analogia con esempi tratti dal record etnografico) è l'esistenza di un sistema insediamentale strutturato in almeno tre ordini di grandezza (fig. 3).

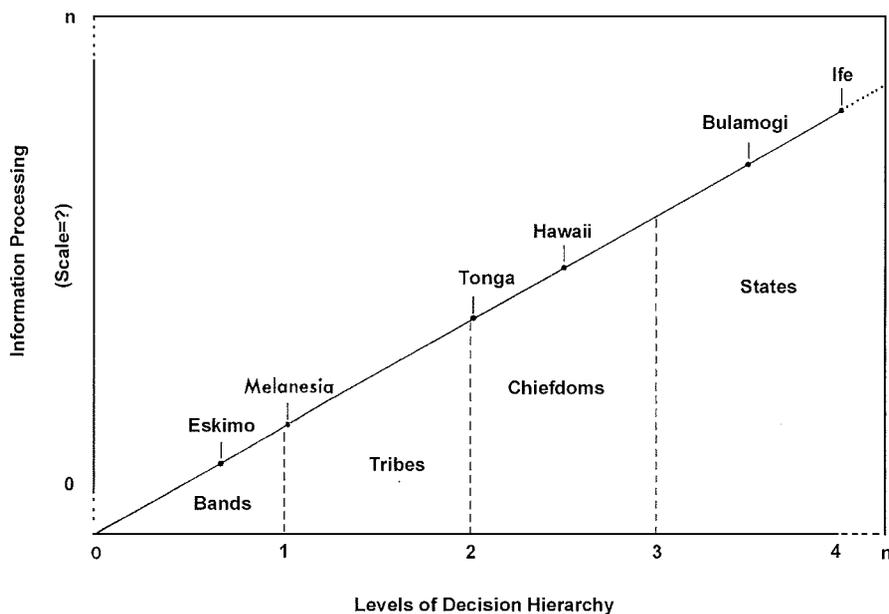


Fig. 3. - Livelli di gerarchia decisionale in alcune civiltà primitive attuali (da: Johnson, 1973, fig. 1).

Dogmatismo, ingenuità metodologiche, determinismo, onnipresenza della logica neopositivista che accetta come universali ed eterne le leggi della razionalità capitalistica; queste ed altre critiche all'archeologia processuale caratterizzano la letteratura della fine degli anni '70 e dei primi anni '80.

L'attacco muove da due diversi fronti.

Da una parte c'è l'approccio post-processuale, centrato sulla rivalutazione delle finalità storiche dell'archeologia e sulla necessità di interpretare la cultura materiale come «testo» composto da simboli che evidenziano (o nascondono, a seconda dei casi) le strategie di gruppi (classi d'età, sessi, o meglio generi, livelli di rango, ecc.) in cui sono suddivise le comunità preistoriche. Agli aderenti di questa scuola non interessa l'armamentario «concettuale» neoevoluzionista; alcuni preferiscono esplorare tematiche diverse come quella, già delineata da Foucault, del potere, o la contrapposizione tra generi come elemento fondamentale della nascita e dello sviluppo dell'ineguaglianza.

Dall'altra c'è quello che potremmo definire come «neo-marxista». Se in quest'ambito non mancano, già a partire dalla fine degli anni '60, contributi di un certo interesse (si pensi, ad esempio, all'Italia, con le differenti proposte di lettura degli sviluppi della protostoria della penisola di Renato Peroni e di Anna Maria Bietti Sestieri), è a partire da una serie di congressi tenutisi a Cambridge alla fine degli anni '70, con la partecipazione di storici, archeologi e antropologi, che si può notare un notevole risveglio «teorico» che segue differenti filoni, dall'esame dei fenomeni economici che danno origine all'ineguaglianza sociale alla rivisitazione degli elementi strutturali della storia più antica di intere regioni.

Al primo appartiene l'articolo di Antonio Gilman sulle origini della stratificazione sociale nell'Europa dell'età del bronzo (1981), dove a una serrata critica del funzionalismo (l'idea, cioè, che la *leadership* sia una necessità «strutturale» delle società complesse) si accompagna un'organica teoria dell'origine dell'ineguaglianza come risultato dell'adozione di tecnologie che richiedono forti investimenti di capitale e lavoro (ad esempio la policoltura mediterranea o l'irrigazione). Le popolazioni che adottano queste tecniche saranno certamente riluttanti a ribellarsi a *leaders* che in cambio della loro protezione impongano loro un tributo, innescando così un processo di subalternità e di riconoscimento del ruolo delle *élites* che è alla base della stratificazione sociale (Gilman, 1981).

Nell'ambito del secondo filone va segnalato l'articolo di Kristian Kristiansen apparso nell'opera collettiva *Marxist perspectives in archaeology* (1984); qui la ricostruzione dei cicli di sviluppo della preistoria danese si fonda su un modello di «riproduzione sociale» delle comunità primitive in cui i fenomeni culturali sono determinati da funzioni materiali della società, a loro volta costituiti da diversi tipi di risposte adattive all'ecosistema nel campo della tecnologia, dell'ideologia e delle relazioni sociali (dominanti) di produzione.

La letteratura del periodo compreso tra la fine degli anni Ottanta e i nostri giorni appare così vasta da rendere preferibile una breve rassegna dedicata ad alcuni problemi fondamentali.

a) *Questioni di classificazione.*

La nuova classificazione delle società primitive proposta da Earle e Johnson nel 1987, con l'individuazione di tre diverse categorie (gruppo familiare, gruppo locale e *polity*), a loro volta suddivise in ben nove tipi di organizzazione, in base alle dimensioni di ciascuna di esse e alla forma di governo che necessitano (Johnson e Earle, 1987), è caratterizzata da una maggiore aderenza alle acquisizioni più recenti dell'archeologia di quelle precedenti di Service e Fried (1967) (v. tabella a fig. 4).

A metà strada tra la classificazione tradizionale e quella proposta da Earle e Johnson sta la tipologia delle società pre- e protostoriche europee di Gibson e Geselowitz (1988). Qui la banda, sostituita dalla «società a livello familiare», e la tribù, corrispondenti rispettivamente ai gruppi del Mesolitico e a quelli della fine del Mesolitico e del Neolitico antico, sono contraddistinte dalla mancanza di forme istituzionalizzate di *leadership*. Lo stadio successivo è quello delle «società segmentarie», capeggiate da un *Big Man* (corrispondente a gran parte del Neolitico europeo), nelle quali emerge una sorta di economia «politica» distinta da quella familiare, costituita dalla produzione di oggetti finalizzati a rafforzare l'autorità dei lignaggi, in particolare quello del *Big Man*. I *chiefdoms*, caratterizzati dall'individuazione di un antenato mitico nel lignaggio dominante e dal fatto che il rango del singolo individuo è mediato dalla propria posizione rispetto a questa genealogia, sono tipici dell'età del bronzo (anche se non si esclude una loro comparsa in alcune parti del continente, come la penisola balcanica, già alla fine del Neolitico). L'*early state*, infine, vede la definitiva perdita d'importanza

della parentela a favore dell'organizzazione di tipo territoriale. Questo tipo di organizzazione politica è tipica dell'Europa mediterranea nell'età del ferro, mentre nel resto del continente appare e scompare più volte in un panorama ancora dominato dai *chiefdoms*.

M. H. Fried	A. W. Johson & T. Earle	E. R. service
Société égalitaire	Groupe familial prédateur	Organisation en bande
	Groupe familial producteur	
Société de rang	Groupe local acéphale clanique	Organisation tribale
	Groupe local acéphale villageois	
	Collectivité locale à Big Man	Organisation en chefferie
Unité politique régionale type chefferie simple		
Société stratifié	Unité politique régionale type chefferie complexe	Organisation étatique
	Unité politique régionale type état archaïque	
Société étatique	Unité politique régionale type état national	

Fig. 4. – Tavola di corrispondenza delle «tipologie» sociali elaborate da Service, Fried e Johnson e Earle (da: Brun, 1999, fig. 2).

Una tematica particolare è quella che riguarda l'evoluzione delle società nomadiche che dominano le steppe eurasiatiche fin dal I millennio a.C. e il cui livello di complessità può variare sensibilmente a contatto delle società sedentarie.

La terminologia adottata da Maurizio Tosi (1994) prevede, ad esempio, in senso ascendente, la famiglia, il villaggio (dominato dalle strutture di parentela), il lignaggio, il clan (unità sociale che si basa sull'esistenza di un

antenato mitico), la confederazione tribale e il «principato». Kradin (1996), invece, propone tre livelli d'integrazione: la tribù originaria, egualitaria e governata da anziani, la tribù secondaria e il *chiefdom* (rispettivamente forma decentrata e forma centralizzata del sistema politico nato in seguito alle redistribuzioni conseguenti alle razzie che tanta parte hanno nel modo di vita nomadico), l'impero, peculiare forma di *early state* nomadico che nasce soprattutto per esigenze di tipo militare, come riflesso di particolari tensioni con le società sedentarie.

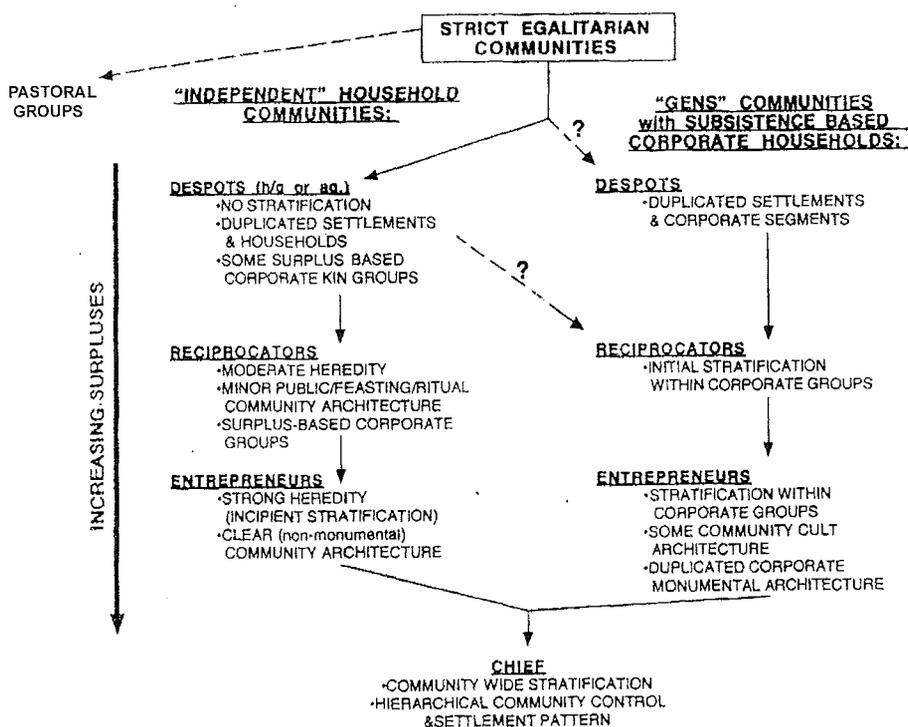


Fig. 5. – Modello dell'evoluzione da comunità egualitarie a comunità rette da capi, con l'individuazione di diverse forme di *leadership* (despoti, «reciprocatori», imprenditori) (da: Hayden, 1995, fig. 2).

Nessuna delle tradizionali categorie dell'antropologia neo-evoluzionista è sfuggita alla critica. Così, ad esempio, Brian Hayden ha proposto di sostituire il termine di tribù, intermedia tra la banda e le società stratificate, con quello di società «transegualitaria», caratterizzata da forme sempre più

forti di *leadership* praticate in nome del profitto personale, che nel tempo, portano alla fine dei vecchi vincoli di solidarietà e obblighi reciproci tra unità domestiche (Hayden, 1995; si veda lo schema a fig. 5).

Per quanto invece riguarda il *chiefdom* (un tipo di organizzazione assai meglio visibile nella documentazione antropologica che in quella archeologica), Kristian Kristiansen (1991, 1998) ha proposto di considerarlo solo come variante sviluppata dei sistemi tribali, proponendo (sulla falsariga di un'ipotesi già prospettata da Colin Renfrew) una distinzione tra *chiefdoms* collettivi (basati sul controllo dei beni di sussistenza) o individualisti (basati sul controllo dei beni di prestigio), i primi dei quali portano all'*early state* centralizzato, i secondi a una società stratificata di tipo «decentrato» (fig. 6).

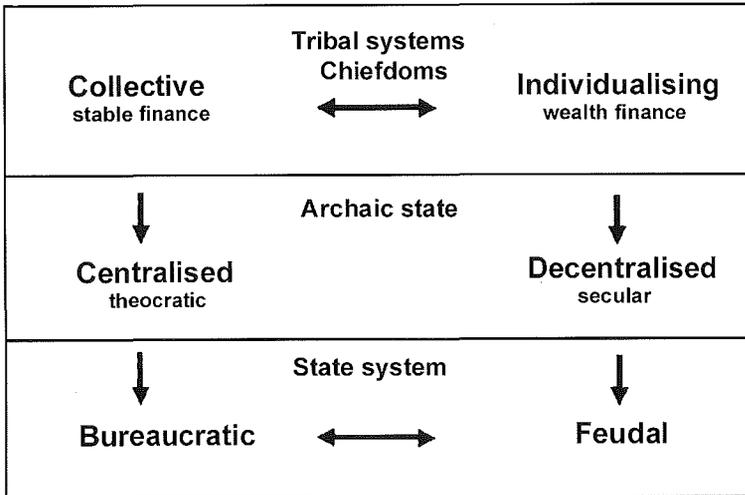


Fig. 6. – Le due possibili traiettorie evolutive dei *chiefdoms* «collettivi» e «individualisti» (da: Kristiansen, 1991, fig. 17).

Sul versante opposto, gli studiosi spagnoli Vicente Lull e Francisco Nocete Calvo criticano la vaghezza del concetto di *chiefdom*, le cui caratteristiche (ad esempio l'ereditarietà del potere, la coercizione del resto della popolazione da parte dell'*élite*, la formazione di territori delimitati da confini) si differenzerebbero da quelle dello stato solo per l'assenza di forme organizzate di difesa militare (Lull, 1983; Nocete Calvo, 1989, 1994).

Nel dibattito trova spazio anche il recupero (o meglio la rilettura, attraverso le più recenti acquisizioni dell'antropologia culturale) di alcune delle tradizionali categorie marxiane, come il «comunismo primitivo», che

Lee (1990) definisce come modo di produzione comunitario o il modo di produzione «germanico» che Gilman (1995) riconosce come proprio delle società europee in età protostorica.

b) Origine e sviluppo dell'ineguaglianza.

Diversi studiosi (ad esempio Timothy Earle e Steadman Upham), hanno individuato nel controllo della produzione e della redistribuzione dei beni ottenuto mediante la mobilitazione strategica di alcune risorse come beni di sussistenza (*staple finance*) o beni di prestigio impiegati come «valuta corrente» o moneta (*wealth finance*) e nel corrispondente superamento dei vecchi vincoli di parentela che caratterizzano le formazioni sociali più antiche, i meccanismi-chiave che portano alla formazione dei *chiefdoms* e, nel lungo periodo, degli stati arcaici (D'Altroy e Earle, 1985; Upham, 1990a, 1990b; Earle, 1994).

Un punto di vista diverso, secondo il quale la stratificazione sociale è un processo che nasce all'interno delle strutture di parentela e non contro di esse, viene proposto da Gary Webster (1990), in un contributo che parte dalla tesi secondo la quale il controllo delle risorse è tipico di gerarchie sociali già consolidate. Il problema è tentare di capire come l'*élite* arrivi a gestire questi beni; la chiave sembra essere un meccanismo diverso, il controllo del lavoro umano. L'evidenza di diversi casi di studio dimostra come l'abilità dei capi si misuri con la loro capacità di acquisire con i mezzi più disparati (dalla razzia al tributo) «clienti» (intesi come schiavi e/o dipendenti). Le stesse dimensioni del villaggio in cui egli abita dipenderanno dal numero di *supporters* che vi si concentreranno, dando vita a un vero e proprio «gruppo di interesse» che si raccoglie attorno al capo. È questa, secondo Webster, la chiave per comprendere la comparsa, già nel corso del Neolitico, in alcune aree (ad esempio la penisola balcanica), di consistenti abitati fortificati all'interno dei quali la presenza di case più grandi può far pensare all'esistenza di un'*élite*.

Una delle «frontiere» mobili della teoria dell'evoluzione sociale è l'individuazione del periodo in cui si svilupparono le prime forme di ineguaglianza.

Già alla fine degli anni '70, Barbara Bender aveva ipotizzato che forme incipienti di complessità sociale fossero la causa (e non l'effetto) della cosiddetta «rivoluzione neolitica» (Bender, 1978; v. anche Bender, 1990). Te-

nui evidenze di forme ancora rudimentali di potere ereditario sarebbero, per Malcolm McKay (1988), le sepolture maschili con corredi eccezionali e le raffigurazioni di veri e propri sciamani del Paleolitico superiore e, nel successivo periodo mesolitico, le evidenti differenze di rango riscontrabili in alcune necropoli. Sulla stessa linea, con un'ulteriore sottolineatura delle caratteristiche del *Big Man*, connaturate alla tendenza all'accumulazione e, soprattutto, all'esibizione della propria prosperità che, in tutte le epoche, alcuni individui mostrano, sono i contributi di Brian Hayden. Per lui tali tendenze sarebbero già evidenti in alcune delle comunità «affluenti» di cacciatori del Paleolitico superiore (Hayden, 1993, 1995).

Su questo tema, del resto, diversi studiosi (tra essi Flanagan, Paynter e McGuire) hanno sottolineato come non si possa mai parlare di società prive di differenze, bensì in queste ultime vadano individuati contesti (o «scenari») gerarchici centrati sul sesso e/o sull'età (Flanagan, 1989; Paynter, 1989; Paynter e McGuire, 1991; McGuire, 1992). Appare, d'altra parte, assai pertinente l'osservazione di Lee, secondo il quale non è tanto importante la puntigliosa ricerca di elementi di differenziazione nelle società primitive, bensì l'identificazione di quelle che minimizzano tali aspetti (da un certo punto di vista «fisiologici») e di quelle che, al contrario, li magnificano (Lee, 1990).

Un breve rassegna di questo gruppo di teorie non sarebbe completa senza un accenno a quella corrente identificabile come «seleZIONISMO culturale». Già nel 1981 Robin Dunnell (seguito, tra la fine degli anni '80 e gli anni '90 da altri studiosi, come Rindos e Durham) applicava una sorta di modello biologico alla problematica della complessità sociale, la cui origine potrebbe essere rintracciata nell'inefficienza dei sistemi di trasmissione ereditaria di tratti culturali che oltrepassino la sfera familiare. In altre parole, la strada verso la complessità sociale costituirebbe il successo di un'opzione selettiva rispetto a comportamenti culturali o scelte rivelatesi fallimentari (Dunnell, 1981; Rindos, 1989; Durham, 1990).

c) Percorsi alternativi (devoLuzione, resistenza, sviluppo ciclico, importanza dei fattori sovrastrutturali).

Proprio la «rivoluzione» attuata nel campo della biologia a partire dalla fine degli anni '70, con le teorie elaborate da Niles Eldredge e Stephen Jay Gould sull'alternarsi di lunghe fasi caratterizzate da scarsi cambiamenti

delle specie vegetali e animali con periodi molto più brevi («intermittenze») nei quali l'evoluzione procede velocemente e sulla natura spesso casuale dei mutamenti evolutivi, influenza le ipotesi di diversi studiosi dell'evoluzione sociale (Dunnell, 1981; Cherry, 1984, 1986; Spencer, 1990; Tosi, 1994).

Accanto a questa, gli ultimi anni hanno visto lo sviluppo di altre tematiche, come la «devoluzione» (in particolare i collassi di società complesse, documentati in diverse aree; v. Tainter, 1988) o la resistenza ai cambiamenti evolutivi e all'accentramento del potere. Diversi studiosi di formazione marxista, come Paynter e McGuire, hanno cercato di dimostrare come nelle società primitive questi due aspetti siano spesso legati tra loro (Paynter, 1989; Paynter e McGuire, 1991; McGuire, 1992).

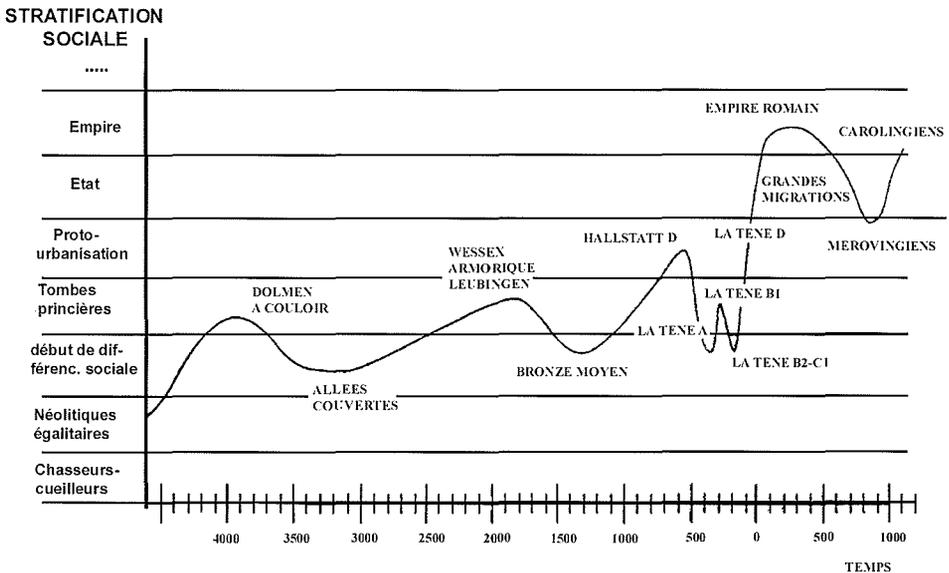


Fig. 7. - Oscillazioni dei processi di stratificazione sociale dell'Europa nord-occidentale dalla preistoria all'anno 1000 d.C. (da: Demoule, 1993, fig. 1).

In un suo contributo a una tavola rotonda tenutasi nel 1990, Jean-Paul Demoule ipotizza che l'evoluzione sociale dell'Europa nord-occidentale sia stata tutta caratterizzata dall'oscillazione tra fasi di forte concentrazione di potere «archeologicamente» percepibile (come il Neolitico finale, con le sue ricche sepolture megalitiche, le necropoli del Bronzo antico o gli abitati protourbani della fase Hallstatt D) e altre in cui il quadro della documentazione appare assai meno articolato (l'Eneolitico o la vera e propria «devolu-

zione» verso forme di organizzazione di villaggio che caratterizza la fase La Tène A, susseguente ad Hallstatt D) (fig. 7). Proprio questi ultimi periodi, che in un'ottica funzionalista sarebbero considerati come una sorta di patologie, rispetto al normale progresso evolutivo, vanno letti in positivo, come tentativi riusciti di porre un freno a un tipo di organizzazione troppo centralizzata (Demoule, 1993).

Il modello presentato, nella stessa occasione, da Patrice Brun, per spiegare l'evoluzione dei sistemi socio-politici dell'Europa centrale, fondato sull'utilizzazione della teoria di Prigogine sulle strutture «dissipative», prevede un tipo diverso di traiettoria con una serie di possibili biforcazioni, presenti in ciascun momento, verso un'organizzazione più complessa o più semplice, disegnando così un sistema «caotico» (fig. 8; Brun, 1993).

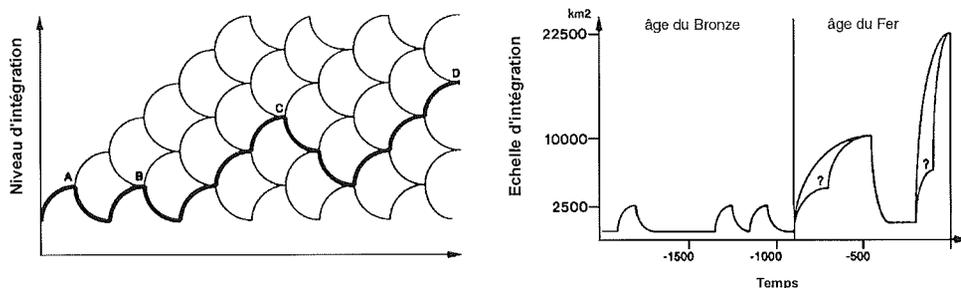


Fig. 8. – A sinistra: rappresentazione schematica dell'evoluzione (o della devoluzione) della complessità sociale nell'Europa centrale in base al modello teorico delle strutture dissipative. A = *chiefdom* dell'antica età del bronzo / B = *chiefdom* del Bronzo D / C = «principato» della fase Hallstatt D / D = stato della fase La Tène D. A destra: lo stesso modello in un grafico dove le variabili sono costituite dal tempo e dal livello d'integrazione dei sistemi socio-politici (da: Brun, 1993, figg. 9 e 10).

Tra i tentativi di delineare traiettorie alternative dello sviluppo evolutivo va citato quello di Maurizio Tosi (1994; c.s.), che, a proposito delle popolazioni nomadi delle steppe eurasiatiche, mette in rilievo come l'ideologia egualitaria che rimane dominante in tutte le fasi di sviluppo di queste società sia un efficace strumento per governare i frequenti ritorni alla struttura tribale (la regola, in tali ecosistemi) e, allo stesso tempo, una valida alternativa, nella formazione di sistemi statali, all'ineguaglianza «cerimoniale», tipica dei *chiefdoms* (fig. 9).

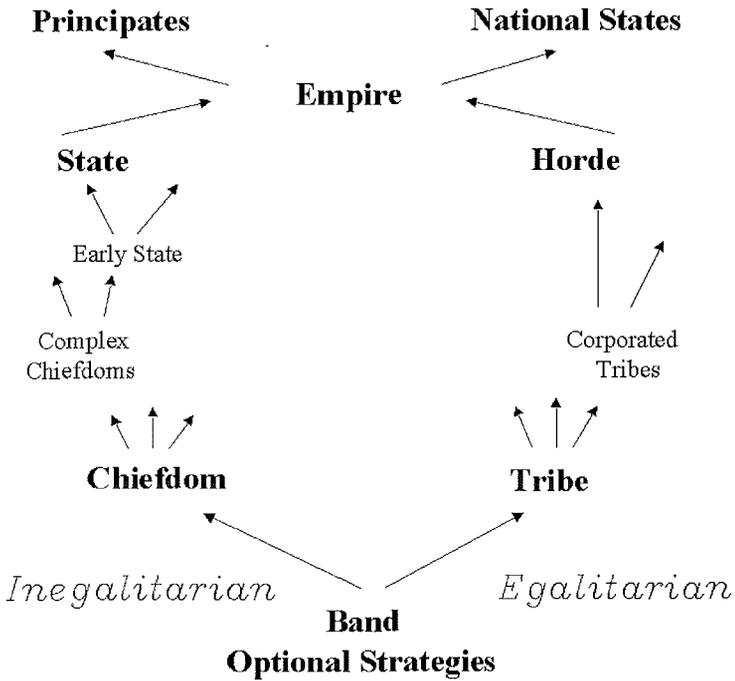


Fig. 9. – Due differenti strategie «opzionali» dell'evoluzione dei sistemi socio-politici (da: Tosi, in corso di stampa).

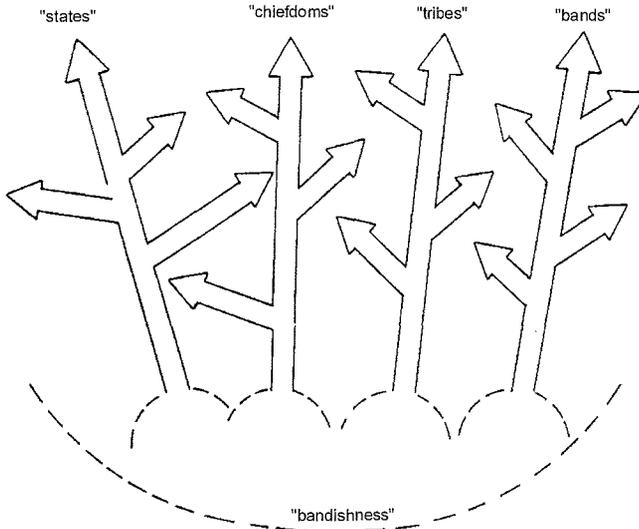


Fig. 10. – Gli «stadi» organizzativi delle società primitive visti come 4 possibili traiettorie evolutive (da: Yoffee, 1993, fig. 6.6).

Ancora più radicale e provocatoria appare la proposta di Norman Yoffee (1993, 1995). Questo studioso, partendo dalla constatazione che in un'area «nucleare» come la Mesopotamia risulta assai difficile riconoscere, nell'evidenza archeologica, i tratti caratteristici del *chiefdom*, che dovrebbe precedere la nascita dello Stato, propone di sostituire alle tradizionali classificazioni antropologiche un'opzione evolutiva nuova secondo cui bande, tribù, *chiefdoms* e stati non sono tappe successive, bensì quattro possibili sviluppi delle formazioni sociali primitive (fig. 10).

Un'ulteriore tematica tornata alla ribalta è quella dell'importanza degli aspetti sovrastrutturali nell'accelerazione della complessità sociale.

Già alla fine degli anni '80, Bernard Knapp aveva sottolineato il ruolo primario del controllo e della gestione delle attività rituali nei processi di legittimazione e stabilizzazione del ruolo delle *élites* a Cipro nella media e tarda età del bronzo (Knapp, 1988).

Per Earle (1990), che porta come esempi aree e periodi differenti (tra gli altri il Mississippiano, il Neolitico recente inglese e l'antica età del bronzo europea) un meccanismo di controllo sociale tipico dei *chiefdoms* è quello degli stili regionali, l'insieme cioè di simboli utilizzati, spesso in associazione con lo sviluppo di attività rituali, per esaltare o, al contrario, per mascherare, relazioni di ineguaglianza dell'*élite* nei confronti del resto della popolazione. In un recente contributo con altri suoi colleghi (De Marrais *et al.*, 1996), Earle, a proposito della Mesoamerica, sottolinea come il controllo, da parte delle *élites*, dell'ideologia (intendendo con questo termine l'insieme dei mezzi usati per comunicare e manipolare idee la cui materializzazione può compiersi attraverso la produzione e la circolazione di oggetti con valore simbolico, la costruzione di monumenti o, al livello massimo della complessità, l'invenzione stessa della scrittura) sia la causa prima del consolidamento del loro potere politico.

Un punto di vista radicalmente differente e originale è quello espresso da Andrew Sherratt in un suo articolo del 1995. Qui l'elemento decisivo delle tre grandi «rivoluzioni» della storia umana (neolitica, urbana e industriale) viene individuato non negli aspetti ecologici, nei mutamenti delle relazioni sociali o negli aumenti di produttività di alcune aree «nucleari», bensì nella conflagrazione di esperienze individuali che è alla base di ciascuna di esse, nell'importanza cioè di bisogni e desideri umani più che dei materiali necessari al loro soddisfacimento. L'azione è qui al livello delle «voglie» individuali per alcuni elementi (tabacco, ossidiana, bei vestiti, am-

bra, lapislazuli, vino, oro, ecc.), mentre la struttura costituisce l'insieme delle opportunità ambientali (la posizione privilegiata di alcune regioni o la presenza di grandi estensioni di terre alluviali adatte all'agricoltura) o infrastrutturali (ad esempio la costruzione di opere per l'irrigazione). Senza le «strutture», le voglie non possono essere soddisfatte, ma senza le «voglie» queste stesse strutture rimarrebbero sempre latenti, non realizzate (Sherratt, 1995).

Una rassegna dei modelli teorici sull'evoluzione sociale non può prescindere da quello che oggi sembra essere il più apprezzato da molti studiosi, diverso da tutti gli altri per la sua pretesa di spiegazione «totalizzante» della storia delle società umane: la teoria del sistema-mondo (o *World System Theory*).

Il suo creatore, l'economista Immanuel Wallerstein (1974), ha più volte sostenuto che l'esistenza di una vera e propria divisione interregionale del lavoro in cui aree periferiche riforniscono di materie prime quelle centrali, politicamente dominanti, è possibile, nel mondo antico, solo in situazioni particolarmente avanzate, come quelle caratterizzate dall'esistenza di complessi sistemi imperiali (la Persia, Roma o la Cina). Non è un caso che uno dei primi tentativi di applicazione all'archeologia, il noto articolo di Frankenstein e Rowlands del 1978, sia dedicato al commercio (soprattutto di beni di prestigio) con il mondo mediterraneo come «motore» dello sviluppo delle società protostoriche europee nel VI e nel V secolo a.C. (Frankenstein e Rowlands, 1978). Rowlands, in particolare, sottolinea come nel mondo antico sia agevole individuare dei centri in cui le *élites* consumano beni prodotti altrove attraverso diverse tecniche di sfruttamento delle aree periferiche; a loro volta le aree periferiche partecipano a questo sistema in base alle modalità delle alleanze politiche delle loro *élites* con il centro (Rowlands, 1987).

Un punto di vista analogo è quello sostenuto da Phil Kohl per il Vicino Oriente inteso come sistema-mondo complesso, formato da più centri, ma con rapporti assai più fluidi con le periferie, alcune delle quali destinate a soppiantare le aree nucleari, e con l'individuazione di aree (territori definiti «marginali» come la Transcaucasia e l'Asia centrale) che, nonostante la loro posizione, non possono essere considerate periferie di nessuno (Kohl, 1978, 1984, 1987, 1992).

Dalla fine degli anni '80, Kristian Kristiansen e Andrew Sherratt

hanno tentato una lettura complessiva di tutta la preistoria recente e la protostoria europee attraverso la prospettiva della *World System Theory*.

Per Kristiansen va distinta nettamente la situazione dell'età del bronzo, con il ruolo «nucleare» dell'Egeo e, allo stesso tempo, la condivisione di una stessa ideologia del potere, basata sull'esibizione di beni di prestigio, delle élites europee, da quella dell'età del ferro, in cui il rapporto tra centro (Mediterraneo) e periferia (il resto del continente) è fondato su chiare relazioni di dominanza commerciale e/o militare. Tra queste due fasi si pone un breve periodo (la fine dell'età del bronzo e l'inizio dell'età del ferro), contraddistinto da un ritorno allo sviluppo autonomo delle diverse regioni. L'analisi più dettagliata del quadro di sviluppo europeo può addirittura dimostrare come vi sia un legame tra periodi in cui esiste una chiara distinzione tra centro e periferia e sviluppo di società gerarchiche con abitati fortificati, centri di produzione e redistribuzione e sedi dell'élite e altri, segnati dal collasso delle aree nucleari, in cui hanno più spazio comunità agricole «egualitarie» (Kristiansen, 1987, 1989, 1998; fig. 11).

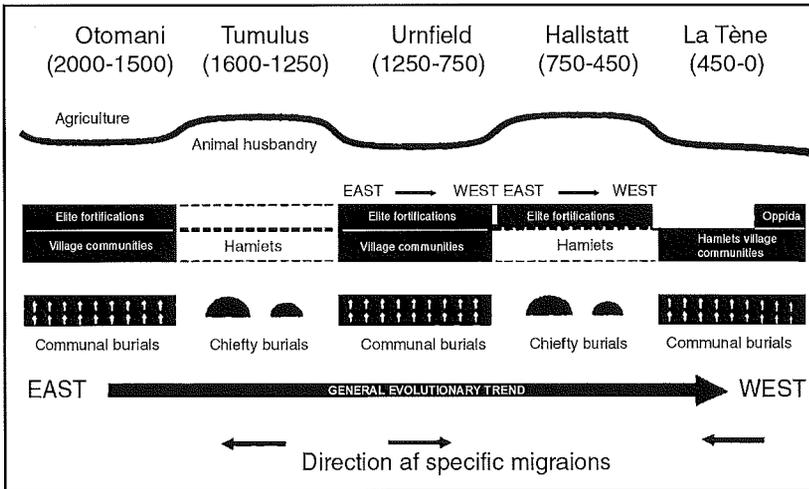


Fig. 11. – Tendenze dominanti nell'insediamento, nelle attività di sussistenza e nei rituali funerari dell'Europa centrale tra il 2000 e l'anno 1 a.C. (da: Kristiansen, 1989, fig. 224).

In un articolo del 1993 che costituisce un tentativo di sintesi sul sistema di relazioni internazionali che si sviluppano tra le diverse parti del continente europeo tra 3500 e 500 a.C., Andrew Sherratt, accanto ai concetti di nucleo (le grandi masse di consumatori urbani e i centri di manifattura) e

di periferia (*chiefdoms* o stati secondari sorti nelle vicinanze delle aree nucleari), introduce quello di «marginie» (la gran parte del continente europeo), l'insieme cioè delle aree che sebbene non siano direttamente impegnate nel processo di lotta e competizione, differenziazione e specializzazione nei confronti delle aree nucleari, vengono comunque raggiunte dal flusso di merci e informazioni provenienti da esse. In questo contributo, inoltre, viene ben evidenziato il ruolo, nel pieno sviluppo dei rapporti tra

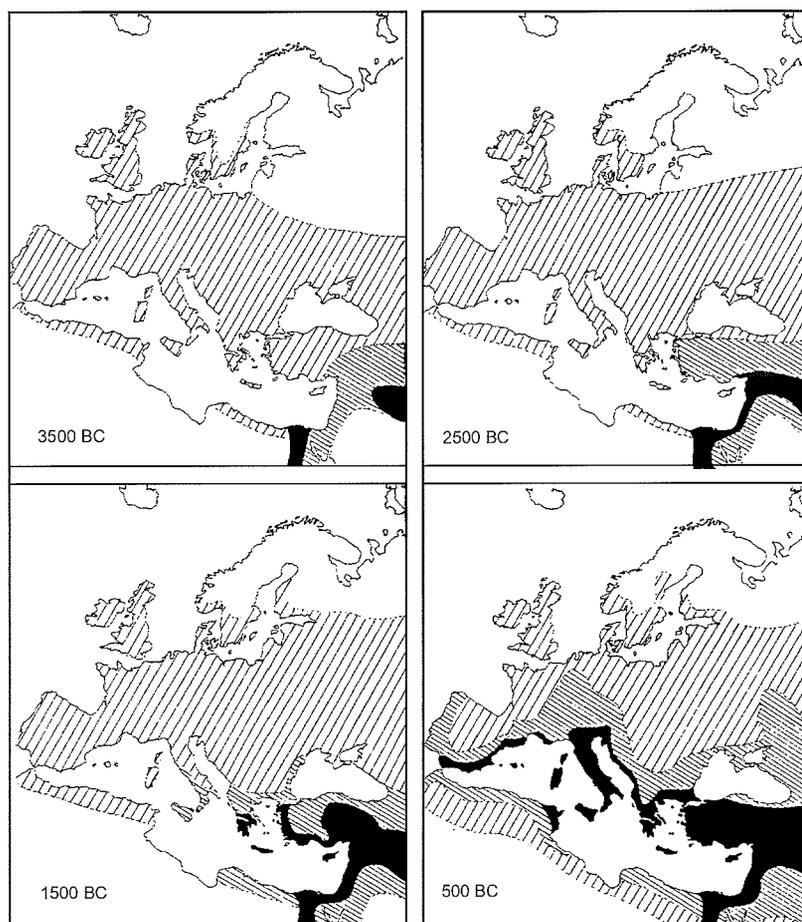


Fig. 12. – Aree occupate da centri (in nero), periferie (a tratteggio più fitto) ed aree marginali (a tratteggio meno fitto) in Europa tra il 3500 e il 500 a.C. (da: Sherratt, 1993, fig. 13).

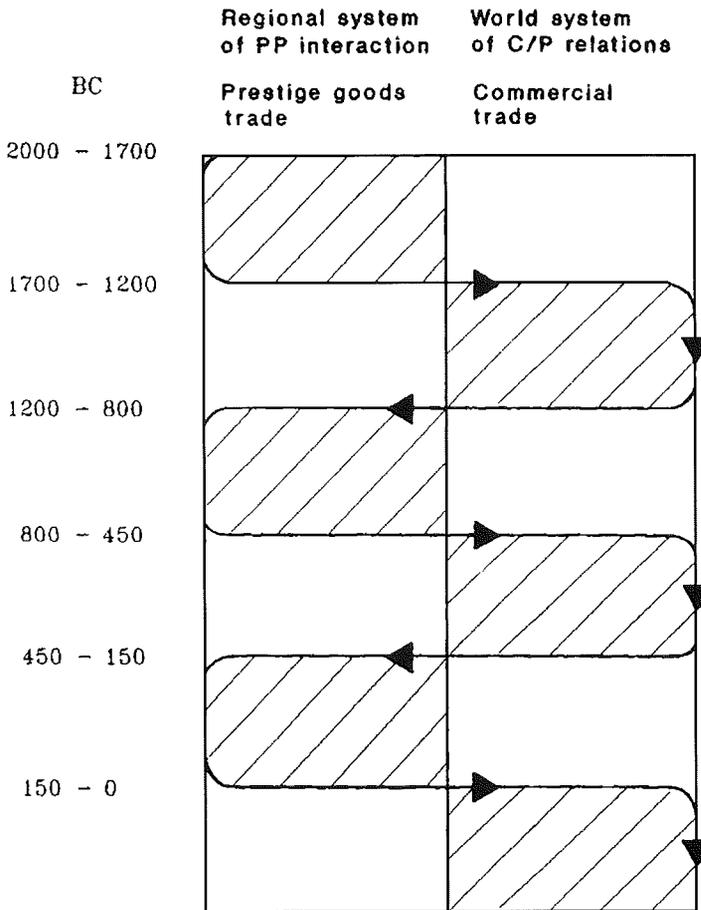


Fig. 13. - Oscillazioni «di lungo periodo» in Europa tra sistemi di interazione paritaria (*PP Interaction*) e sistemi basati sulla relazione centro-periferia (*C/P Relations*), dal 2000 a.C. all'anno 0 (da: Kristiansen, 1998, fig. 226).

aree nucleari, periferia e aree marginali, che si verifica a partire dalla seconda metà del III millennio, della diffusione di un mezzo di scambio accettato internazionalmente, una sorta di moneta primitiva: il bronzo (Sheratt, 1993; fig. 12).

Di recente perfino uno dei «padri» della teoria, l'economista André Gunder Frank, è entrato nel dibattito proponendo di far risalire l'attuale «sistema-mondo» fino agli inizi del III millennio a.C., epoca in cui l'area nucleare sarebbe costituita dall'Asia occidentale e dall'Egitto, allargandosi in seguito progressivamente arrivando a comprendere, a partire dalla metà del

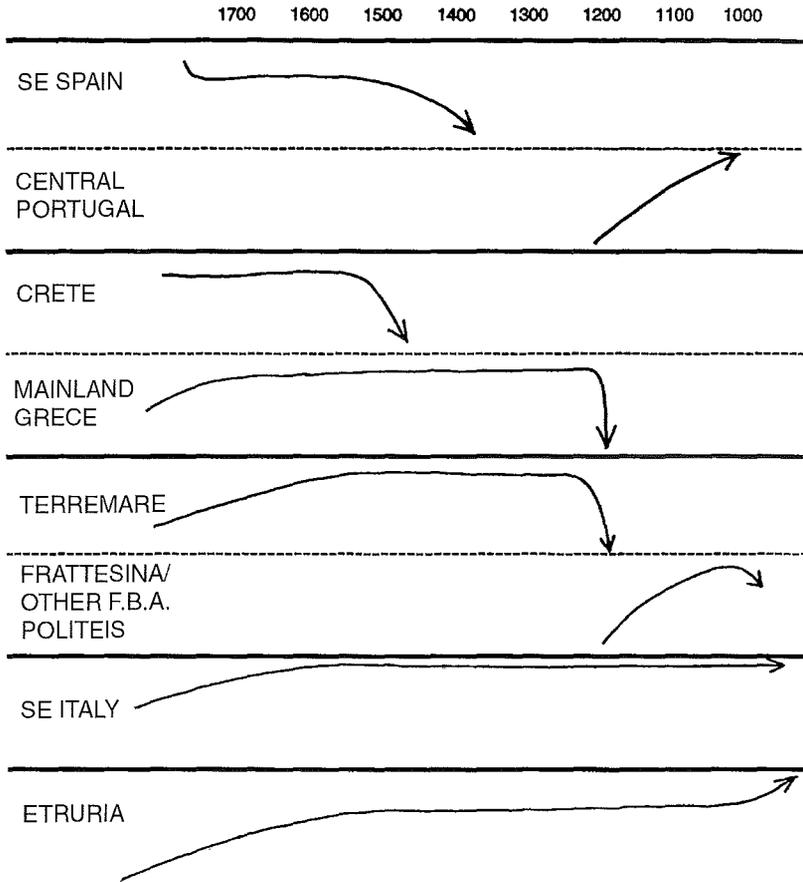


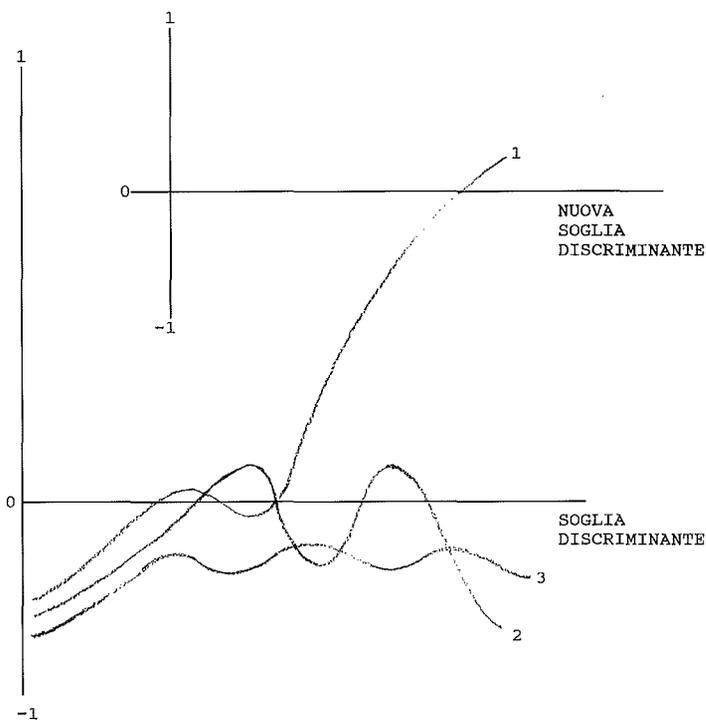
Fig. 14. - *Trends* evolutivi (o devolutivi) di vari territori europei tra il 1700 e il 1000 a.C. (da: Guidi e Stoddart, 1998, fig. 1).

I millennio a.C., l'intera Eurasia (Frank, 1993).

In tutte queste versioni, a parte l'individuazione di vere e proprie fasi di evoluzione e devoluzione dei sistemi politici o la possibilità di inversioni tra centro e periferia, la teoria del sistema-mondo, innegabilmente funzionale alla pervasività del concetto di globalizzazione, così diffuso nella cultura attuale, appare difficilmente distinguibile dalle forme più illuminate di diffusionismo, sempre presenti come una sorta di ineliminabile e persistente «rumore di fondo», nella tradizione archeologica europea. Neppure il tentativo, opposto e speculare, di Colin Renfrew, di individuare in un modello di interazione paritaria (o *peer polity interaction*) tra unità socio-politiche auto-

nome (*chiefdoms* o Stati arcaici) la chiave dello sviluppo della complessità sociale (Renfrew e Cherry, 1986) – un'opzione in parte impiegata anche dai teorizzatori del sistema-mondo, come dimostra lo schema adottato da Kristiansen nel suo *Europe before history* per spiegare l'alternanza tra sistemi di interazione paritaria e altri in cui predomina il modello centro-periferia (Kristiansen, 1998; fig. 13) – appare del tutto convincente. Come ha infatti maliziosamente osservato Norman Yoffee, l'esame della documentazione archeologica dimostra come in questa presunta relazione tra pari alcuni sono sempre meno «eguali» di altri (Yoffee, 1995).

VALORI ESPRESSI PER COEFFICIENTI DI COMPLESSITÀ



CRESCITA DEI SISTEMI
POLITICI SECONDO TRAIETTORIE
DI FLUTTUAZIONE

Fig. 15. – Crescita dei sistemi politici secondo «traiettorie di fluttuazione» (da: Tosi, in corso di stampa).

L'analisi di alcuni territori europei nel corso della media e tarda età del bronzo mostra in realtà quanto siano diverse e caratterizzate da processi di evoluzione o devoluzione, lunghe stasi o processi di accelerazione le traiettorie di sviluppo di varie aree geografiche. Allo stesso tempo appare possibile individuare una caratteristica comune: il tentativo, dopo il collasso di un sistema socio-economico, di costruirne un altro, spesso più complesso. Non appare casuale il fatto che l'Etruria, la regione in cui i meccanismi di cambiamento appaiono più gradualmente, nel corso del II millennio, sia quella dove si verifica, agli inizi del I millennio, il processo di crescita più spettacolare e, per molti versi, rapido: la nascita dei primi sistemi statali dell'Europa occidentale (Guidi e Stoddart, 1998; fig. 14).

Nel corso della loro storia, le teorie sull'evoluzione sociale hanno perso gran parte della loro originaria innocenza. La suddivisione tra società egualitarie e società stratificate sta cedendo il passo a una più realistica evidenza di possibilità alternative di organizzazione più o meno gerarchica (anche di tipo complesso) in tutti i tipi di formazioni sociali. In una sorta di rovesciamento di prospettiva rispetto all'idea tradizionale che il raggiungimento di un livello d'integrazione statale costituisca la creazione di una società più strutturata rispetto a quelle precedenti, possiamo chiederci se, al contrario, il segreto del successo della società complessa non sia proprio nel superamento delle numerose articolazioni da cui sono costituite le società primitive.

Allo stesso tempo, la documentazione archeologica indica l'esistenza di traiettorie fluttuanti di crescita evolutiva che solo in alcuni casi portano al raggiungimento e/o al superamento di successive soglie di complessità (si veda lo schema a fig. 15, elaborato da Maurizio Tosi).

A più di settant'anni di distanza, il problema posto da Tallgren appare curiosamente rovesciato: è il *record* archeologico, con le sue lacune e la sua incompletezza, ad apparire tragicamente inadeguato alla complessità delle prospettive teoriche messe in campo. D'altra parte, gli unici possibili *tests* cui sottoporre queste ipotesi restano le nostre ricerche. Rafforzarne sempre più gli aspetti metodologici, dalla fase del lavoro sul campo a quella della classificazione dei dati, fino alla loro interpretazione sembra essere oggi la sfida più importante cui, come archeologi, siamo chiamati.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS R. McC., 1982. *La rivoluzione urbana. Mesopotamia antica e Messico pre-ispanico*. Loesch, Torino (Tit. orig.: *The evolution of urban society: early Mesopotamia and hispanic Mexico*, 1966).
- BENDER B., 1978. *From hunter-gatherer to farmer: a social perspective*. *World Archaeology*, 10: 204-222.
- BENDER B., 1990. *The dynamics of nonhierarchical societies*. In: S. UPHAM (ed.), *The evolution of political systems: sociopolitics in small-scale sedentary societies* (Atti del Seminario dell'Advanced School of American Research, Santa Fe 1986). Cambridge University Press, Cambridge UK: 247-263.
- BRAIDWOOD R.J., 1960. *Levels in prehistory: a model for the consideration of the evidence*. In: S. TAX (ed.), *The evolution of man (mind, culture and society)*. The University of Chicago Press, Chicago, 2: 143-152.
- BRUN P., 1993. *La complexification sociale en Europe moyenne pendant l'âge du Fer: essai de modélisation*. In: A. DAUBIGNEY (ed.), *Fonctionnement social de l'âge du fer. Opérateurs & hypothèses pour la France* (Table ronde internationale de Lons-le-Saunier, Jura, 24-26 octobre 1990). Editions du C.N.R.S., Paris: 275-290.
- BRUN P., 1999. *La genèse de l'État: les apports de l'archéologie*. In: P. RUBY (ed.), *Le princes de la protohistoire et l'émergence de l'État* (Actes de la Table ronde internationale organisée par le Centre Jean Bérard et l'École française de Rome, Naples, 27-29 octobre 1994). Centre J. Bérard-Ecole française de Rome, Naples-Rome: 31-42.
- CHERRY J.F., 1984. *The emergence of the State in the prehistoric Aegean*. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 30: 18-48.
- CHERRY J.F., 1986. *Polities and palaces: some problems in Minoan state formation*. In: C. RENFREW, J.F. CHERRY (eds.), *Peer polity interaction and socio-political change*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 19-45.
- D'ALTROY T., EARLE T.K., 1985. *Staple finance, wealth finance, and storage in the Inca political economy*. *Current Anthropology*, 26: 187-206.
- DE MARRAIS E., CASTILLO L.J., EARLE T.K., 1996. *II - Ideology, materialization and power strategies*. In: AA.VV., *Agency, ideology and power in archaeological theory*. *Current Anthropology*, 37: 1-86 (15-31).
- DEMOULE J.-P., 1993. *L'archéologie du pouvoir: oscillations et résistances dans l'Europe protohistorique*. In: A. DAUBIGNEY (ed.), *Fonctionnement social de l'âge du fer. Opérateurs & hypothèses pour la France* (Table ronde internationale de Lons-le-Saunier, Jura, 24-26 octobre 1990). Editions du C.N.R.S., Paris: 259-274.
- DUNNELL R.C., 1981. *Evolutionary theory in archaeology*. In: M.B. SCHIFFER (ed.), *Advances in*

- archaeological method and theory*. The University of Arizona Press, Tucson, vol. 4: 120-189.
- DURHAM W.H., 1990. *Advances in evolutionary culture theory*. Annual Review of Anthropology, 19: 187-210.
- EARLE T.K., 1990. *Style and iconography as legitimation in complex chiefdoms*. In: M. CONKEY, C. HASTORF (eds.), *The uses of style in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 73-81.
- EARLE T.K., 1994. *Political domination and social evolution*. In: T. INGOLD (ed.), *Companion Encyclopaedia of anthropology, culture and social life*. Routledge, London: 940-961.
- FLANAGAN S.J., 1989. *Hierarchy in simple egalitarian society*. Annual Review of Anthropology, 18: 245-266.
- FLANNERY K.V., 1976. *The Early Mesoamerican village*. Academic Press, New York.
- FRANK A.G., 1993. *Bronze Age World System cycles*. Current Anthropology, 34: 383-430.
- FRANKESTEIN S., ROWLANDS M.J., 1978. *The internal structure and regional context of Early Iron Age society in south-western Germany*. Bulletin of the Institute of Archaeology of London, 15: 73-112.
- FRIED M.H., 1967. *The evolution of political society: an essay in political anthropology*. Random House, New York.
- GIBSON D.B., GESELOWITZ M.N. 1988. *The evolution of complex society in late prehistoric Europe: towards a paradigm*. In: D.B. GIBSON, M.N. GESELOWITZ (eds.), *Tribe and polity in late prehistoric Europe: demography, production and exchange in the evolution of complex social systems*. Plenum Press, London - New York: 3-37.
- GILMAN A., 1981. *The development of social stratification in Bronze Age Europe*. Current Anthropology, 22: 1-23.
- GILMAN A., 1995. *Prehistoric European chiefdoms. Rethinking «Germanic» societies*. In: T.D. PRICE, G.M. FEINMAN (eds.), *Foundations of social inequality*. Plenum Press, London - New York: 235-251.
- GUIDI A., STODDART S., 1998. *Preliminary remarks*. In: M. PEARCE, M. TOSI (eds.), *Papers from the EAA Third Annual Meeting at Ravenna 1997*. British Archaeological Reports, I.S. 717, Oxford, vol. I (Pre- and Protohistory): 154-155.
- HAYDEN B., 1993. *Archaeology. The science of once and future things*. The University of Chicago Press, Chicago.
- HAYDEN B., 1995. *Pathways to power. Principles for creating socioeconomic inequalities* In: T.D. PRICE, G.M. FEINMAN (eds.), *Foundations of social inequality*. Plenum Press, London - New York: 15-86.
- JOHNSON A.V., EARLE T., 1987. *The evolution of human societies. From foraging group to agrarian State*. Stanford University Press, Stanford.

- JOHNSON G.A., 1973. *Local exchange and Early State formation in southwestern Iran*. University of Michigan Anthropological Papers, vol. 51. Ann Arbor.
- KNAPP A.B., 1988. *Ideology, archaeology and polity*. *Man*, n.s. 23: 133-163.
- KOHL P.L., 1978. *The balance of trade in southwestern Asia in the mid-third millennium B.C.* *Current Anthropology*, 19: 463-492.
- KOHL P.L., 1984. *Force, history and the evolutionist paradigm*. In: M. SPRIGGS (ed.), *Marxist perspectives in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 127-134.
- KOHL P.L., 1987. *The use and abuse of World System Theory: the case of the pristine West Asian State*. In: M.B. SCHIFFER (ed.), *Advances in archaeological method and theory*. The University of Arizona Press, Tucson, vol. 11: 1-36.
- KOHL P.L., 1992. *The Transcaucasian "periphery" in the Bronze Age. A preliminary formulation*. In: E.M. SCHORTMAN, P.A. URBAN (eds.), *Resources, power and interregional interaction*. Plenum Press, New York - London.
- KRADIN N.N., 1996. *Social evolution among the pastoral nomads*. In: M. TOSI, G. AFANAS'EV (eds.), *The evolution of nomadic herding civilizations in the northern European steppes: the tools of archaeology and history compared*. *Colloquium XXXI*: 11-15. In: M. TOSI (ed.), *The prehistory of Asia and Oceania*. XIII U.I.S.S.P. Congress. ABACO, Forlì.
- KRISTIANSEN K., 1984. *Ideology and material culture: an archaeological perspective*. In: M. SPRIGGS (ed.), *Marxist perspectives in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 72-100.
- KRISTIANSEN K., 1987. *Centre and periphery in Bronze Age Scandinavia*. In: M. ROWLANDS, M. LARSEN, K. KRISTIANSEN (eds.), *Centre and periphery in the ancient world*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 74-85.
- KRISTIANSEN K., 1989. *The emergence of the European World System in the Bronze Age: divergence, convergence and social evolution during the first and second millennia B.C.* In: K. KRISTIANSEN, S. JENSEN (eds.), *Europe in the first millennium B.C.* Sheffield University Press, Sheffield: 7-30.
- KRISTIANSEN K., 1991. *Chiefdoms, states and systems of political evolution*. In: T.K. EARLE (ed.), *Chiefdoms: power, economy and ideology* (Atti del seminario dell'Advanced School of American Research, Santa Fe 1988). Cambridge University Press, Cambridge UK: 16-43.
- KRISTIANSEN K., 1998. *Europe before history*. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- LEE R.B., 1990. *Primitive communism and the origin of social inequality*. In: S. UPHAM (ed.), *The evolution of political systems: sociopolitics in small-scale sedentary societies* (Atti del seminario dell'Advanced School of American Research, Santa Fe 1986). Cambridge University Press, Cambridge UK: 225-246.
- LULL V., 1983. *La «cultura» de El Argar. Un modelo para el estudio de las formaciones economico-*

- sociales prehistoricas*. Akal, Madrid.
- MCGUIRE R.H., 1992. *A marxist archaeology*. Academic Press, San Diego.
- MCKAY M., 1988. *The origins of hereditary social stratification. A study focusing on early prehistoric Europe and modern ethnographic accounts*. British Archaeological Reports, I.S. 413, Oxford.
- NOCETE CALVO F., 1989. *El Espacio del la Coerción. La transición al Estado en las Campiñas del Alto Guadalquivir (España)*. British Archaeological Reports, I.S. 492, Oxford.
- NOCETE CALVO F., 1994. *Space as coercion: the transition to the State in the social formations of La Campiña, upper Guadalquivir valley*. Journal of Anthropological Archaeology, 13: 172-200.
- PAYNTER R., 1989. *The archaeology of equality and inequality*. Annual Review of Anthropology, 18: 369-399.
- PAYNTER R., MCGUIRE R.H., 1991. *The archaeology of inequality: domination and resistance*. In: R. PAYNTER, R.H. MCGUIRE (eds.), *The archaeology of inequality*. Blackwell, Oxford - Cambridge (USA): 1-27.
- RENFREW C., 1972. *The emergence of civilization. The Cyclades and the Aegean in the third millennium B.C*. Methuen, London.
- RENFREW C., CHERRY J.F. (eds.), 1986. *Peer polity interaction and sociopolitical change*. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- RINDOS D., 1989. *Undirected variation and the Darwinian explanation of cultural change*. In: M.B. SCHIFFER (ed.), *Archaeological method and theory*. The University of Arizona Press, Tucson, vol. 1: 1-46.
- ROWLANDS M., 1987. *Centre and periphery: a review of a concept*. In: M. ROWLANDS, M. LARSEN, K. KRISTIANSEN (eds.), *Centre and periphery in the ancient world*. Cambridge University Press, Cambridge UK: 1-11.
- SERVICE E.R., 1983. *L'organizzazione sociale primitiva*. Loescher, Torino (Tit. orig.: *Primitive social organization: an evolutionary perspective*, 1962).
- SHERRATT A., 1993. *What would a Bronze Age World System look like? Relations between temperate Europe and the Mediterranean in later prehistory*. Journal of European Archaeology, 1: 1-58.
- SHERRATT A., 1995. *Reviving the grand narrative: archaeology and long-term change*. Journal of European Archaeology, 3: 1-32.
- SPENCER C.S., 1990. *On the tempo and mode of State formation: neo-evolutionism reconsidered*. Journal of Anthropological Archaeology, 9: 1-30.
- STEWART J., 1977. *Teoria del mutamento culturale. La metodologia dell'evoluzione multilineare*. Boringhieri, Torino (Tit. orig.: *The theory of culture change: the methodology of multilineal evolution*, 1955).

- TAINTER J.A., 1988. *The collapse of complex societies*. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- TALLGREN A.M., 1937. *The method of prehistoric archaeology*. *Antiquity*, 11: 152-161.
- TOSI M., 1994. *The egalitarian foundations of steppe empires*. In: B. GENITO (a cura di), *The archaeology of the steppes: methods and strategy* (Atti del convegno di Napoli, 1992). Istituto Universitario Orientale, Napoli: 651-666.
- TOSI M., in corso di stampa. *Introducción*. In: *II Reunión International sobre los orígenes de la Civilización en la Europa Mediterránea* (Baeza, 1995).
- UPHAM S., 1990a. *Decoupling the processes of political evolution*. In: S. UPHAM (ed.), *The evolution of political systems: sociopolitics in small-scale sedentary societies* (Atti del seminario dell'Advanced School of American Research, Santa Fe 1986). Cambridge University Press, Cambridge UK: 1-17.
- UPHAM S., 1990b. *Analog or digital? Towards a generic framework for explaining the development of political systems*. In: S. UPHAM (ed.), *The evolution of political systems: sociopolitics in small-scale sedentary societies* (Atti del seminario dell'Advanced School of American Research, Santa Fe 1986). Cambridge University Press, Cambridge UK: 87-115.
- WALLERSTEIN I., 1974. *The modern World System: capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century*. Academic Press, New York.
- WEBSTER G.S., 1990. *Labour control and emergent stratification in prehistoric Europe*. *Current Anthropology*, 31: 337-366.
- WRIGHT H.T., JOHNSON G.A., 1979. *Population exchange and Early State formation in southwestern Iran*. *American Anthropologist*, 77: 267-289.
- YOFFEE N., 1993. *Too many chiefs? (or, safe texts for the '90s)*. In: N. YOFFEE, A. SHERRATT (eds.), *Archaeological theory: who sets the agenda?* Cambridge University Press, Cambridge UK: 60-78.
- YOFFEE N., 1995. *Conclusions: a mass in celebration of the conference*. In: T. E. LEVY (ed.), *The archaeology of society in the Holy Land* (Atti Simposio Internazionale di San Diego, 1993). Leicester University Press, London, Part III: 542-548.

PAOLA MOSCATI *

DAL DATO AL MODELLO: L'APPROCCIO INFORMATICO ALLA RICERCA ARCHEOLOGICA SUL CAMPO

ABSTRACT. – *From data to models: computer approach to archaeological field research.* – From the very beginning of computing archaeology, the term model is often used in a broad sense tailored to particular fields of studies and to their relevant methodological and theoretical aspects. Thus we can distinguish three different types of model: the *data model*, aimed at outlining the structure of archaeological data; the *theoretical model*, aimed at using and processing this data in order to interpret the past; finally the *digital model*, aimed at formalising traditional processes through the interaction of the two above-mentioned models. In order to demonstrate this interaction, the «Caere Project» – carried out by the “Istituto per l’archeologia etrusco-italica” (today ISCIMA) of the Italian National Research Council – is illustrated. Its aim is the integration in an only Information System of data regarding the Etruscan town of Cerveteri and the methods developed over many years of experimentation in computer applications in archaeology. A GIS approach has been chosen as the best suited for an organic and complex reconstruction of the organisation of the ancient landscape and town. The main stages of the project development are focused on: cartographic representation of the urban plateau; Digital Terrain Models, both in vector and raster format; computer analysis of excavation data. As to the latter aspect, a new model of data recording, processing and retrieving has been set up, through the encoding in hypertext format of the yearly excavation diaries using SGML. This approach allows us to formulate a model of the texts, in order to recreate in a digital environment and in an interactive manner the main phases of the terrain «readings», from data documentation to data interpretation.

RIASSUNTO. – Nell’informatica archeologica il termine modello assume significati molteplici in relazione ai diversi settori di indagine e all’evoluzione dei metodi e delle teo-

* CNR - Istituto di Studi sulle Civiltà Italiane e del Mediterraneo Antico (ISCIMA) - Viale di Villa Massimo, 29 - 00161 ROMA. p.moscatti@iscima.cnr.it

rie. In sintesi si possono enucleare tre diversi tipi di modelli: il modello empirico, il modello formale e il modello digitale, che ha il compito di interagire con i due modelli precedenti. A dimostrazione di tale interazione, viene descritto un progetto di ricerca promosso dall'Istituto per l'archeologia etrusco-italica (oggi ISCIMA) del CNR («Progetto Caere»), in cui l'approccio GIS ha consentito di integrare informazioni diverse per giungere alla comprensione organica e complessiva dell'antico assetto territoriale e urbano. Nell'articolo si analizzano le diverse fasi di realizzazione del progetto: la restituzione in formato digitale della cartografia relativa al pianoro urbano; la realizzazione di Modelli Digitali del Terreno, in formato sia vettoriale sia raster; l'informatizzazione dei dati di scavo. Per quest'ultimo aspetto si è sperimentato un modello innovativo, incentrato sulla codifica dei diari di scavo in formato ipertestuale mediante l'uso del linguaggio SGML. Lo scopo perseguito è di ricreare in ambiente digitale le diverse fasi di «lettura» del terreno, da un punto di vista non solo della documentazione ma anche dell'interpretazione dei dati.

1. *Introduzione.*

Nell'evoluzione storica dell'informatica archeologica, che agli albori del nuovo millennio compie ormai quattro decenni, il termine «modello» appare ricorrente e assume, come d'altronde in altri settori della ricerca scientifica, significati molteplici. Ciò si verifica in relazione soprattutto ai diversi campi di indagine in cui esso viene utilizzato, ma anche in stretta connessione con l'evoluzione delle metodologie archeologiche e con gli aspetti teorici che ne sono alla base e che hanno comportato nel corso degli ultimi decenni il proliferare di diversi approcci al problema delle costruzioni interpretative (Gardin e Peebles, 1992; Gardin, 1998).

L'attenzione appare finora incentrata essenzialmente sui cosiddetti modelli complessi; minore interesse, almeno da un punto di vista delle implicazioni cognitive, hanno suscitato i modelli di rappresentazione dei dati. Nell'ambito di una classificazione dei modelli basata sugli obiettivi che essi consentono di perseguire, cioè descrittivi, esplicativi e previsionali (in stretta connessione con i temi centrali della filosofia della scienza: descrizione, spiegazione e previsione), i modelli complessi occupano la seconda e la terza posizione. Essi sono indirizzati, infatti, verso la ricostruzione del passato inteso come sistema complesso e diversificato, attraverso la spiegazione e l'interpretazione dei fenomeni archeologici e il riconoscimento di

una loro struttura organizzativa riproducibile e reiterabile¹.

I modelli di rappresentazione, invece, hanno scopi sostanzialmente descrittivi, anche se non va dimenticata l'importanza in una costruzione teorica del piano osservativo, che si rivolge direttamente ai dati empirici e alle modalità della loro rilevazione e misurazione. Infatti, il processo di acquisizione dei dati è parte integrante del ciclo dell'informazione archeologica e quindi non può essere ridotto a semplici procedimenti materiali di documentazione: ciò non esclude ovviamente la distinzione fra il momento della descrizione e quello della spiegazione (Palubicka e Tabaczynski, 1986).

Nel quadro delle applicazioni informatiche in archeologia si possono riconoscere, in un contesto di stretta relazione con i metodi messi a punto in funzione dell'operatività delle ricerche, tre diversi tipi di modelli: il modello empirico, il modello formale e il modello digitale (Moscato, in corso di stampa). Il primo è inteso a individuare e delineare la struttura dei dati archeologici; il secondo è inteso a utilizzare ed elaborare tali dati per la ricostruzione del passato; il terzo, infine, è inteso a formalizzare le procedure tradizionali, interagendo con i due modelli precedenti. Infatti, il modello digitale è un modello dinamico, attivo sia nelle fasi di scelta, codifica, acquisizione e strutturazione dei dati sia nella formalizzazione dei processi analitici che permettono di esaminare e interpretare i dati, nonché di sottoporli a verifica.

Si tratta dunque di un approccio che privilegia le relazioni tra dati e interpretazioni e che ricerca i metodi che permettono di concatenarli, attraverso un processo di apprendimento – secondo la definizione di François Djindjian (1993: 33-34) – non statico ma dinamico che richiede di esplicitare le diverse fasi che lo hanno caratterizzato; esse sono riconducibili a tre momenti fondamentali: descrizione, strutturazione, ricostruzione (Djindjian, 1996). Per raggiungere obiettivi concreti, lo studioso deve dunque esplicitare le parti logiche e formalizzate della propria disciplina, a partire dalla fase di

¹ Riferimenti bibliografici ormai classici nella panoramica della modellizzazione in archeologia, soprattutto per quanto concerne particolari aspetti connessi con i processi socio-culturali dell'antichità, sono Clarke (1972) e Renfrew (1973). Per una rassegna storica dei diversi aspetti del concetto di modello nella ricerca archeologica cf. da ultimo Buck *et al.* (1996), che affrontano la questione anche da un punto di vista terminologico e che pongono particolare attenzione ai modelli matematici, gli unici secondo gli autori strettamente connessi con i metodi di ricerca e non solo con l'ambito di sviluppo teorico. Più pertinente ai cosiddetti modelli complessi è il recente contributo di Salmon (1999), che si riferisce in particolare al panorama americano.

«selezione», che si indirizza sugli obiettivi da perseguire e sugli oggetti – in senso lato – da analizzare, per passare a quella di «caratterizzazione» e «rappresentazione» di tali oggetti e per giungere, infine, alla fase del «giudizio».

Proprio a dimostrazione della fattibilità di un procedimento di tale genere, e dunque della possibilità offerta all'archeologo dallo strumento informatico di passare dall'osservazione empirica alla definizione di modelli, cioè da un approccio passivo a uno attivo, vorrei prendere in esame un progetto di ricerca in corso di realizzazione presso l'Istituto per l'archeologia etrusco-italica (oggi ISCIMA) del CNR, che per la varietà e la complessità delle procedure utilizzate ben si presta ad approfondimenti di carattere metodologico. Con questa iniziativa, promossa nel 1996 dal compianto Maestro Mauro Cristofani, Socio di questa Accademia, nell'ambito del Progetto Finalizzato «Beni Culturali» (Moscato, 1998), si sono potute mettere a frutto le competenze specifiche sviluppate all'interno dell'Istituto nel corso di un ventennio di impegno scientifico nel settore dell'informatica archeologica. Un impegno dettato dalla convinzione che fosse necessario superare il concetto dell'informatica come mero supporto tecnico operativo, valorizzando l'effettivo contributo metodologico alle diverse fasi dello studio archeologico e al raggiungimento di obiettivi concreti: un'informatica dunque foriera di un nuovo assetto della ricerca, in grado di generare nuovi problemi e nuove procedure, così come inedite configurazioni analitiche.

Il «Progetto Caere» è nato con lo scopo di riunire e integrare in un unico sistema informativo i dati provenienti dalle attività promosse dall'Istituto, nell'ambito di una specifica linea di ricerca, sul pianoro occupato in antichità dalla città di Cerveteri. Si sono anche volute integrare diverse esperienze di informatizzazione dei dati, già in precedenza condotte sia nel settore dell'analisi statistica delle informazioni archeologiche, sia in quello della strutturazione dei dati all'interno di archivi informatizzati, sia nel trattamento dei dati grafici e delle immagini. Si è così individuato nella nuova metodologia dei *Geographical Information Systems* (GIS) un innovativo e potente sistema informativo, che proprio per le sue caratteristiche permette di stare al passo con un approccio di ricerca integrato, inteso alla comprensione organica e complessiva dell'antico assetto del territorio e dei centri urbani e dunque ben inserito nel moderno indirizzo di studi definito

«archeologia contestuale»².

Il modello di organizzazione dei dati proposto dai GIS è di tipo geo-relazionale, cioè un modello funzionale di tipo logico-relazionale che dalle banche dati tradizionali si estende agli archivi a connotazione spaziale, secondo un nuovo approccio formale; esso prende le mosse dal modello di archiviazione dei dati testuali ma integra poi altri tipi di informazioni in un singolo processo di strutturazione e analisi. Se si esclude la grande potenzialità di visualizzare la componente spaziale dei dati, da una scala insediativa a una regionale, la reale novità introdotta dai GIS è l'integrazione: essi fungono sostanzialmente da contenitore di diversi metodi e modelli già noti e sperimentati nell'informatica archeologica (Voorrips, 1996, 1998), in cui vengono incorporati e trasformati dati spaziali e variabili relative al paesaggio.

Oltre a inglobare il modello di struttura dei dati di tipo relazionale, che ancora oggi viene ritenuto il sistema logico più idoneo a rappresentare la realtà e le relazioni multiple che in essa si manifestano, su un piano parallelo piuttosto che di dipendenza gerarchica, i GIS hanno fatto propri e integrato due metodi d'indagine sviluppatasi nell'ambito delle applicazioni computerizzate in archeologia. Anzitutto, il trattamento del dato grafico e la sua visualizzazione scientifica; quindi i metodi di analisi statistica spaziale, già nati in ambiente anglosassone negli anni Settanta (Hodder e Orton, 1976).

2. *Il Progetto Caere: descrizione e finalità.*

Nel caso ceretano, la maggior parte dei dati inseriti all'interno del sistema informativo proviene dall'attività di ricerca svolta sul campo, dalle prospezioni alla ricognizione di superficie e allo scavo. Benché la discussione sulle diverse modalità di realizzazione della ricognizione archeologica sul terreno abbia dato adito a un acceso dibattito che ha coinvolto anche l'uso di tecniche di campionamento (cf. da ultimo Orton, 2000), nel presente articolo è mio intento soffermarmi soprattutto sulla fase di informatizzazione dei dati di scavo. Vorrei però ricordare che, prima di giungere a tale

² Il termine «contextual archaeology» come indicazione di un indirizzo innovativo della ricerca archeologica viene in genere riferito all'ambito teorico anglosassone. Vorrei qui ricordare che il problema dell'importanza del contesto e dell'integrazione come metodo della ricerca – nel caso specifico topografica – era già sentito ad esempio da Ferdinando Castagnoli agli inizi degli anni Sessanta (ora in Castagnoli, 1993).

fase, il procedimento seguito ha visto la progettazione e la realizzazione di una serie successiva di tappe, fra loro strettamente correlate, in cui si è fatto uso di diversi metodi informatici messi a punto per l'analisi dei dati.



Fig. 1. – Cerveteri. Foto aerea del pianoro occupato dalla città antica.

Prendiamo le mosse, anzitutto, dalla restituzione in formato digitale della cartografia relativa al pianoro urbano. Qui si prospetta immediatamente la duplice funzione della cartografia, da un lato come metodo della ricerca topografica e dall'altro come modello di rappresentazione dei dati. Come ha di recente scritto Giancarlo Susini (1998), scomparso proprio un mese prima del presente Convegno e che mi è caro ricordare come uno dei

fautori dell'incontro stesso, la carta archeologica è il risultato di un colloquio difficile ed esaltante con il terreno e con gli uomini che vi si insediarono, un colloquio che permette al «dato» di divenire «segno».

La cartografia è un modello di rappresentazione dei dati bidimensionale, realizzato mediante la traduzione in elementi discreti, definiti grazie a un sistema di coordinate note, delle superfici complesse e in continua variazione del mondo reale: si tratta in sostanza di un modello empirico di una realtà empirica. Essa però è anche uno strumento di carattere analitico: ogni mappa, infatti, pur costituendo una rappresentazione schematica della realtà, consente di concentrare l'attenzione su alcuni aspetti specifici e al tempo stesso offre un ordinamento della realtà che essa rappresenta.

Dal canto suo, la cartografia numerica, consentendo l'integrazione di una serie di scale spaziali in un singolo modello, offre la possibilità di porre in connessione osservazioni diverse in un ambito concettuale unitario e di inserire nuovi tipi di informazioni che ampliano le possibilità analitiche. Il concetto tradizionale del fattore di scala viene superato, o meglio riproposto solo nella fase di output dei dati, in cui risulta necessario ristabilire il vincolo dimensionale della rappresentazione grafica. Infatti, gli oggetti e le relazioni codificati sono estremamente dinamici e di conseguenza sia il modello dei dati sia i dati stessi possono essere facilmente manipolati e modificati: si tratta in sostanza di una relazione non-lineare in cui il risultato è infinitamente mutabile, anche nel tempo (Bampton, 1997). A sua volta, però, proprio la possibilità di apportare continue trasformazioni (aspetto di dinamicità del modello) comporta di essere svincolati dal momento preciso dell'osservazione e della rappresentazione (aspetto di atemporalità del modello) e ciò apre nuovi inevitabili interrogativi rispetto ai procedimenti tradizionali.

Da un punto di vista operativo, a Caere la realizzazione della cartografia di base è avvenuta attraverso la digitalizzazione di un rilievo fotogrammetrico del pianoro in scala 1:2000 e l'integrazione con i dati relativi a una più recente restituzione aerofotogrammetrica digitale, effettuata in base a un volo a bassa quota programmato *ad hoc* (fig. 1). L'utilizzazione, all'interno di una piattaforma GIS, di *software* CAD ha quindi permesso di georeferenziare i dati archeologici noti dalla bibliografia e dai documenti di archivio, quelli raccolti sul terreno e finora editi, nonché le due aree in cui sono state condotte campagne sistematiche di scavo a partire dagli inizi de-

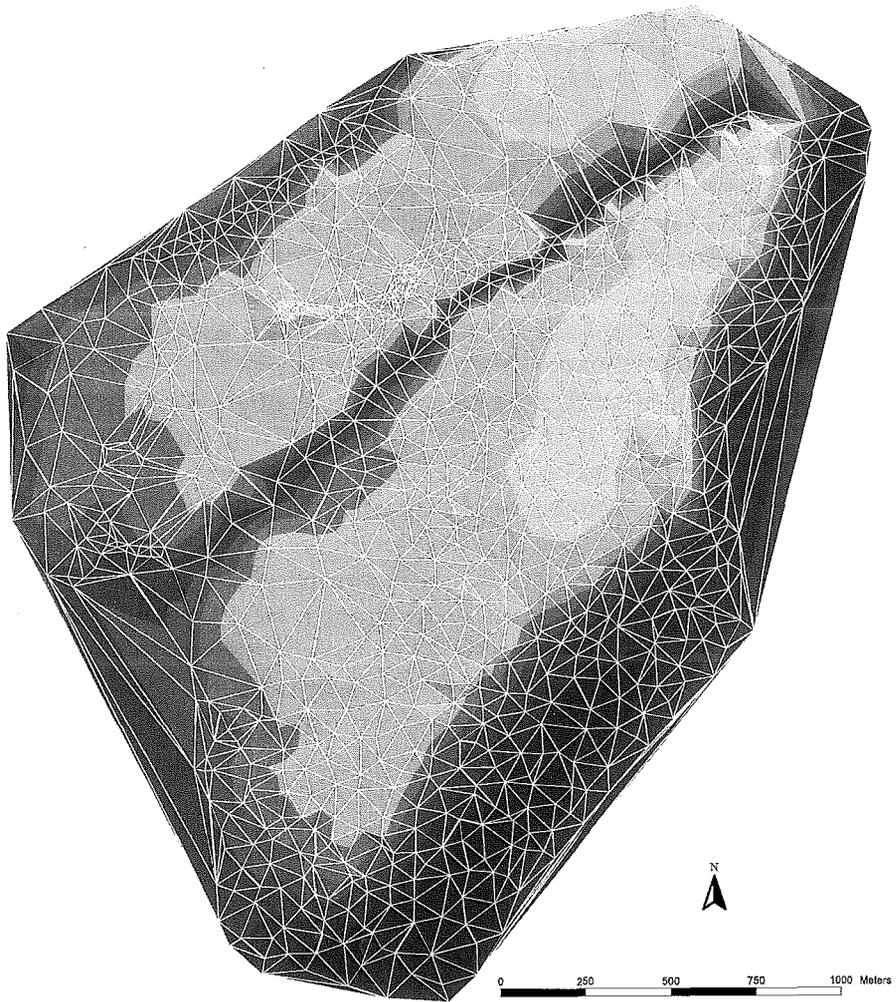


Fig. 2. – Modello Digitale del Terreno del pianoro urbano e di quello adiacente occupato dalla necropoli della Banditaccia: visualizzazione della struttura del TIN (*Triangular Irregular Network*).

gli anni Ottanta e che ancora oggi l'Istituto conduce sul pianoro urbano.

L'acquisizione dei dati in formato digitale ha consentito anche la realizzazione di Modelli Digitali del Terreno in formato sia vettoriale sia raster.

È da notare che sempre più spesso questi modelli vengono utilizzati come strumento per attirare l'attenzione di non specialisti, tramite un'accentuata focalizzazione sugli aspetti più appariscenti, che spesso implica un predominio della comunicazione visiva sui contenuti archeologici del documento³. Come in una mappa digitale, ci troviamo di fronte a un modello di rappresentazione della realtà attuale, cioè a un modello empirico, basato sull'acquisizione di dati altimetrici e costruito con interpolazioni matematiche (fig. 2), facilmente manipolabile e visualizzabile in questo caso in formato tridimensionale anziché bidimensionale.

Lo scopo di tali modelli è di offrire, oltre a una descrizione, una rappresentazione della realtà non solo nei suoi aspetti ritenuti essenziali nella fase di definizione stessa del modello, ma soprattutto nei suoi aspetti meno accessibili. Alcuni attribuiscono a tali modelli anche una funzione previsionale, ma ciò è accettabile solo nel senso che essi possono mettere in rilievo, cioè far emergere, elementi nuovi, non deducibili dalla comune osservazione o intuizione, ampliando in tal modo il contenuto informativo dei dati⁴. Nel caso dei modelli raster (fig. 3), essi costituiscono a loro volta la base per realizzare analisi statistiche spaziali, intese alla verifica di modelli di distribuzione delle testimonianze archeologiche e della loro interazione con il paesaggio circostante.

Veniamo ora alla fase di informatizzazione dei dati di scavo che concernono le campagne condotte negli anni Ottanta, per iniziativa dell'Istituto in accordo con la Soprintendenza Archeologica per l'Etruria meridionale, nella zona della Vigna Parrocchiale, situata nel cuore dell'area urbana dell'antica Caere, nei pressi del teatro romano. I resti riportati alla luce, testimonianza di una lunga stratificazione archeologica di circa 800 anni (fig. 4), sono già stati descritti in rendiconti scientifici (Cristofani, 1986, 1996), mentre studi analitici sono stati dedicati a specifiche classi di materiali rinvenuti in determinate aree dello scavo (Cristofani *et al.*, 1992, 1993).

³ Su questi aspetti cf. in particolare Gottarelli (1995). Una particolare segnalazione merita anche il contributo di Gary Lock e Trevor Harris (1993) che mettono in guardia sull'esaltazione della dimensione spaziale e sugli esiti di visualizzazione prodotti dai GIS; se non appropriatamente realizzati, essi possono contribuire a sostituire il vecchio motto sui computer «garbage in – garbage out» in «garbage in – pretty maps out».

⁴ Mi riferisco in particolare al dibattito di carattere teorico che si è andato sviluppando negli ultimi anni non tanto sugli esiti dell'analisi della distribuzione delle testimonianze archeologiche, quanto sulle analisi di visibilità e intervisibilità. Su tale argomento cf. da ultimo Lock (2000, in particolare Session 1).

Per l'edizione topografica generale, però, è stato necessario adottare una metodologia d'indagine specifica, dettata dalla natura stessa dello scavo e dalle difficoltà incontrate a causa sia degli interventi agricoli, che hanno fatto registrare una profonda aratura che in alcuni casi ha intaccato il banco tufaceo, sia della massiccia attività clandestina, che ha in più punti irrimediabilmente compromesso la stratigrafia archeologica (Moscatti, 2001). La stimolante, e ormai più che decennale, partecipazione al gruppo di ricerca interdisciplinare «Informatica e Discipline Umanistiche», che fa capo a Tito Orlandi, mi ha condotto a formulare e sperimentare un modello innovativo di archiviazione, gestione e interrogazione delle informazioni, incentrato

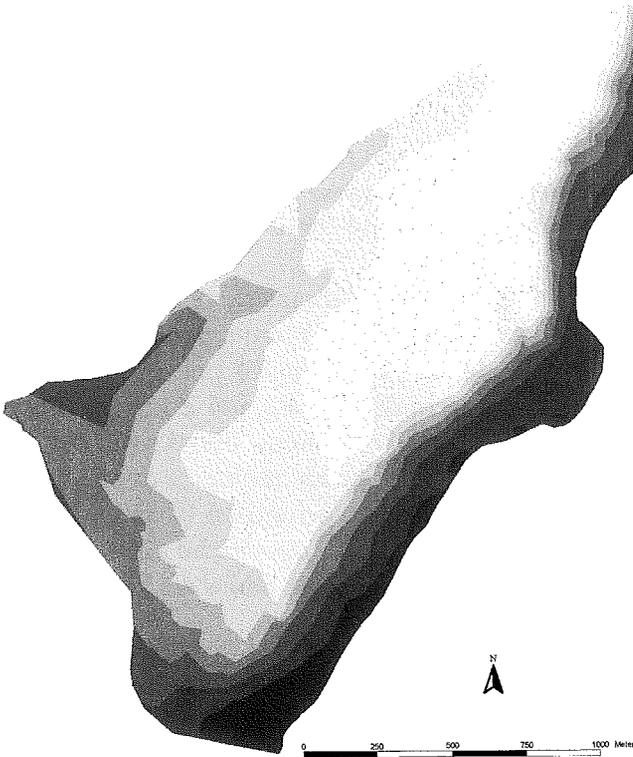


Fig. 3. – Modello Digitale del Terreno del pianoro urbano in formato raster.

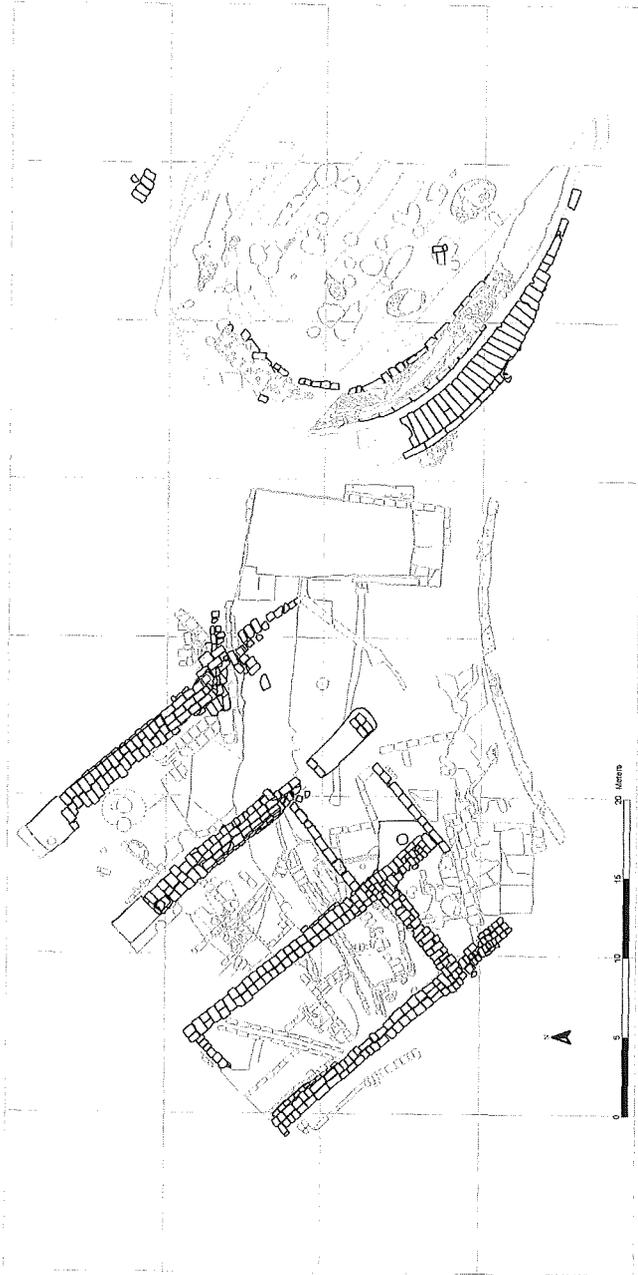


Fig. 4. - Planimetria digitale dello scavo: in nero è evidenziata la fase «monumentale» (inizi V sec. a.C.).

sull'analisi dei diari di scavo redatti nel corso delle campagne e sulla loro codifica in formato ipertestuale mediante l'utilizzazione del linguaggio SGML (Moscato *et al.*, 1999; Moscato, 2000a).

I diari, sistema tradizionale di annotazione sia dei dati topografici, stratigrafici e materiali rilevati nel corso dello scavo sia di informazioni di carattere operativo, costituiscono, insieme alla documentazione grafica e fotografica, una fonte di riferimento essenziale per una ricostruzione complessiva del frammento del passato che è stato riportato alla luce⁵, attraverso la ricostruzione, mediante la sequenza di eventi susseguitisi nel tempo e fissati nello spazio, della storia dello scavo stesso. Lo scopo perseguito nell'informatizzazione dei diari è stato di formulare, mediante l'uso di un metalinguaggio e in base al concetto di analisi documentaria formulato da Gardin (1981: 115), un modello del testo, nel tentativo di ricreare in ambiente digitale le diverse fasi di «lettura» del terreno non solo da un punto di vista della documentazione ma anche dell'interpretazione dei dati.

Un linguaggio di marcatura quale SGML, cioè un metalinguaggio che consente di descrivere ed esplicitare attraverso *tags*, o etichette, la struttura logica di un testo piuttosto che la sua forma grafica, ben si adatta agli scopi perseguiti in quanto fornisce un insieme di regole sintattiche estremamente flessibili, indispensabile per la definizione del modello descrittivo del testo da codificare. Grazie a queste regole, infatti, viene definita in una parte del documento SGML la struttura interna del testo stesso – *Document Type Definition* (DTD) – che viene specificata dichiarando gli «elementi» che la costituiscono e le relazioni gerarchiche tra loro esistenti. Tali elementi, identificati da marcatori di apertura e di chiusura, delimitano singole parti del testo e ne determinano una formattazione virtuale.

Nel sistema messo a punto per gli scavi di Cerveteri, l'adozione di questo standard e del relativo sistema di segni ha comportato anzitutto un'accurata analisi del testo – o documento – per evidenziare, e poi rendere esplicite mediante la marcatura, le unità strutturali; ciò che appare interessante è che queste ultime possono assumere simultaneamente il carattere di elementi descrittivi e di elementi interpretativi, cioè di espressione e di

⁵ Interessante, a tale proposito, è l'analisi di Ian Hodder (1995) delle modalità di scrittura dei rapporti di scavo e della loro trasformazione nel corso del tempo, che ha visto il passaggio da una narrazione dettagliata e piena di notazioni personali, fissata nel tempo e nello spazio, a una schedatura sempre più sintetica e affidata a rappresentazioni codificate, che tendono a separare dati e interpretazioni.

contenuto (Buzzetti, 1999; Orlandi, 1999b). Così, la DTD individua come macro-elemento strutturale di base la giornata di scavo che contiene, a sua volta, le informazioni registrate quotidianamente sul diario e riferibili agli elementi topografici; ai dati relativi ai reperti materiali; alla documentazione grafica e fotografica, testimonianza diretta delle diverse fasi operative del lavoro sul campo (fig. 5).

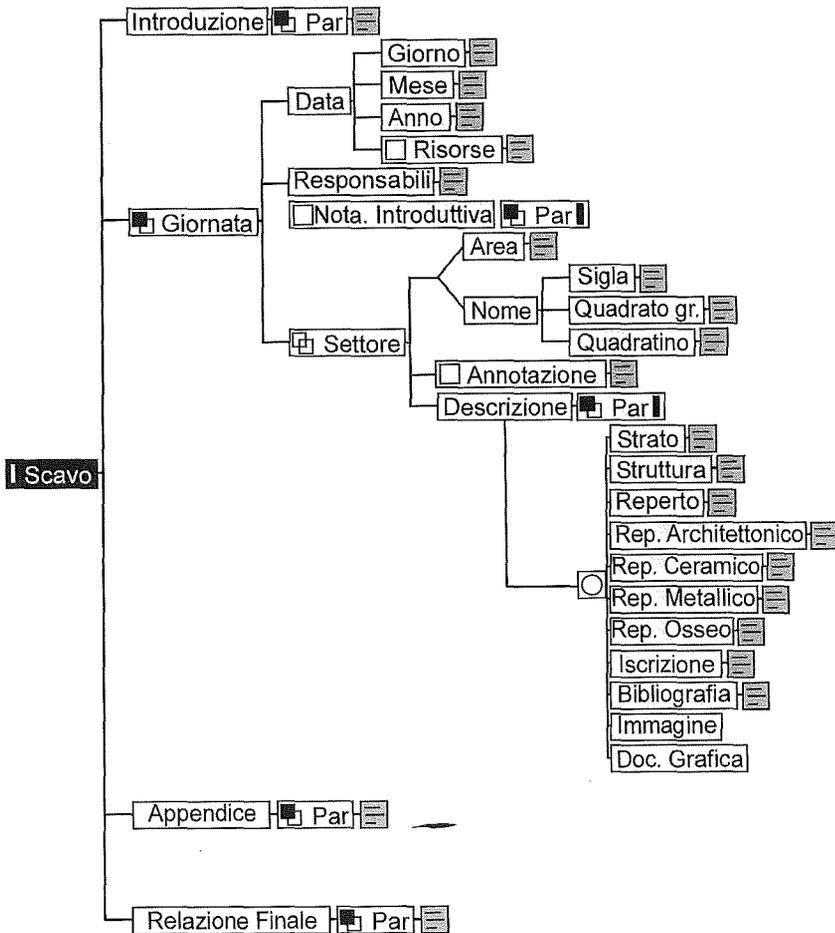


Fig. 5. – Schema riassuntivo della Document Type Definition (DTD).

Come integrazione al testo, oltre ai dati bibliografici, sono state inserite anche le immagini relative ai reperti mobili rinvenuti e studiati in laboratorio in una fase successiva rispetto allo scavo, al fine di collegarli con la corrispondente giornata di rinvenimento. Per la catalogazione e lo studio di tali reperti, tuttora in corso, è stata anche in questo caso avviata una procedura di informatizzazione dei dati, attraverso l'inserimento delle informazioni in una banca dati relazionale che sarà poi anch'esso integrato all'interno del sistema informativo. In alcuni settori dello scavo l'analisi dei reperti è stata ulteriormente approfondita: ad esempio, le informazioni relative alle diverse classi di materiali rinvenute all'interno del riempimento di una grande cavità scavata nel tufo, la cosiddetta «vasca» (Cristofani *et al.*, 1992, 1993), sono state elaborate statisticamente, al fine di verificare l'esistenza di possibili concentrazioni di classi di materiali in determinati settori e a una certa quota dell'ambiente.

Proprio a questo proposito, vorrei soffermarmi brevemente sulla validità dell'approccio quantitativo e del cosiddetto «ciclo statistico» che esso mette in moto per realizzare modelli matematici nel caso sia di meccanismi induttivi, applicati sui dati iniziali, sia di meccanismi ipotetico-deduttivi, applicati sulle ipotesi⁶. Nonostante le numerose critiche subite nel corso degli ultimi anni, che hanno effettivamente determinato una contrazione dei settori di applicazione e delle esperienze stesse di ricerca (Moscatti, 1996, 2000b), a mio avviso tale approccio costituisce a tutt'oggi un modello metodologico di riferimento soprattutto nelle problematiche di classificazione tipologica dei materiali e nell'analisi della distribuzione spaziale e temporale delle testimonianze archeologiche.

Tornando ai giornali di scavo, il testo ottenuto consente già in questa prima fase di codifica dei dati di analizzare diacronicamente le fasi successive dello scavo, di rendere sistematica la documentazione relativa alle diverse aree e infine di raggiungere l'associazione essenziale con i singoli ritrovamenti. Lo scopo da noi perseguito, però, non si limita a fornire un modello statico della struttura del testo, operazione probabilmente fine a se stessa, ma vuole giungere alla formulazione di un modello dinamico che, come ha proposto Orlandi (1999b), non deve esclusivamente riprodurre in modo «adeguato» il prototipo – cioè nel nostro caso il testo dei diari di scavo – ma deve offrire spunti per una conoscenza più approfondita e so-

⁶ Per due esempi di schematizzazione del «ciclo statistico» cf. Orton (1980: 19-24; 2000: 10) e Djindjian (1993: 34).

prattutto espressa in modo formalizzato di quanto il modello rappresenta.

A ciò si può giungere riconoscendo nel testo un sistema caratterizzato da molteplici componenti, o sotto-sistemi, che sono in stretta relazione fra loro e che possono essere richiamati attraverso collegamenti ipertestuali. La nostra proposta è dunque di superare la rappresentazione di tipo gerarchico della struttura del contenuto del testo, estrapolando alcune parti, già individuate attraverso il sistema di marcatura, e sottoponendole a un'analisi testuale dettagliata che porti alla costruzione di nuove DTD. Queste a loro volta sono da porre in connessione logica di tipo relazionale con gli altri sotto-sistemi individuati nel testo. Ciò, ad esempio, è in corso di realizzazione per il sotto-sistema contenente informazioni circa la stratigrafia, in genere elemento centrale delle più tradizionali banche dati relazionali di scavo, così come per quello dedicato alla descrizione testuale dei reperti archeologici.

Come in tutti i sistemi informatici, la fase di interrogazione delle informazioni costituisce un momento essenziale della ricerca: nel nostro caso, la messa a punto di un sistema di interrogazione in rete, già sperimentato per le campagne 1983-1984 e ora in corso di ulteriore sviluppo, ben si inserisce nelle nuove prospettive metodologiche aperte dai sistemi multimediali per sperimentare forme innovative di pubblicazione e di diffusione dei dati archeologici. Poiché, come si è detto, l'inserimento di marcatori permette di delimitare sezioni di testo caratterizzate da specifici attributi, la scrittura di un programma di ricerca testuale strutturata, realizzato *ad hoc*, ha permesso di riconoscere tali sezioni come se fossero campi di una banca dati interrogabile in rete. Infatti, attraverso la realizzazione di pagine ASP, che permettono all'utente di effettuare ricerche e recuperare i dati alfanumerici, grafici e iconografici presenti nel file SGML, è possibile visualizzare i risultati all'interno di un programma di navigazione (fig. 6).

Nella fase di implementazione delle procedure di ricerca delle informazioni, è stato necessario realizzare una normalizzazione dei diversi termini adottati nei diari di scavo. Si è infatti proceduto attraverso l'inserimento di chiavi d'interrogazione, che consentono da un lato di uniformare la terminologia e dall'altro di mantenere invariata l'originalità dei testi. Questi ultimi vengono pienamente rispettati, permettendo al lettore di seguire le fasi di sviluppo dello scavo, anche attraverso l'evoluzione dei termini prescelti nella descrizione e quindi nell'interpretazione dei ritrovamenti. D'altronde, poiché la conoscenza è il frutto di operazioni di scelta,

formulazione di problemi e programmazione di analisi, la ricerca stessa dei termini porta a dare una descrizione adeguata dell'ambito di indagine di riferimento.

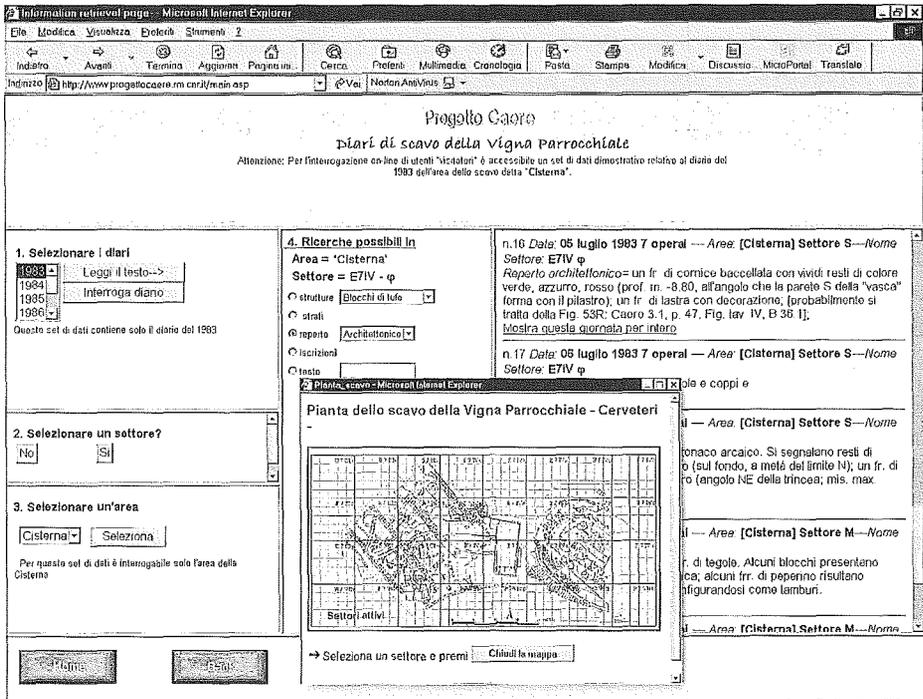


Fig. 6. – Esempio di interrogazione in rete dei dati relativi allo scavo.

Interessante, infine, è la prospettiva dell'associazione, all'interno della piattaforma GIS, tra i dati grafici e il sistema ipertestuale di codifica dei diari. Mentre nella prassi comune della metodologia GIS viene attribuito un codice agli oggetti vettoriali presenti sulla cartografia, allo scopo di creare un collegamento fra la mappa e i dati alfanumerici inseriti all'interno di una banca dati relazionale, nel nostro caso, invece, è in corso di sperimentazione il collegamento, mediante una programmazione *ad hoc*, dei dati contenuti nei diari con gli oggetti grafici rappresentati sulla planimetria dello scavo, anch'essa restituita in formato digitale (fig. 7). In questa fase è anche in studio il passaggio da SGML a XML, per facilitare alcune opera-

zioni di integrazione fra *software* diversi e di più recente concezione. Scopo finale è la realizzazione di un GIS di scavo multimediale, che consenta sia una gestione integrata e al tempo stesso interattiva delle informazioni sia una forma innovativa di pubblicazione e di consultazione dei dati.

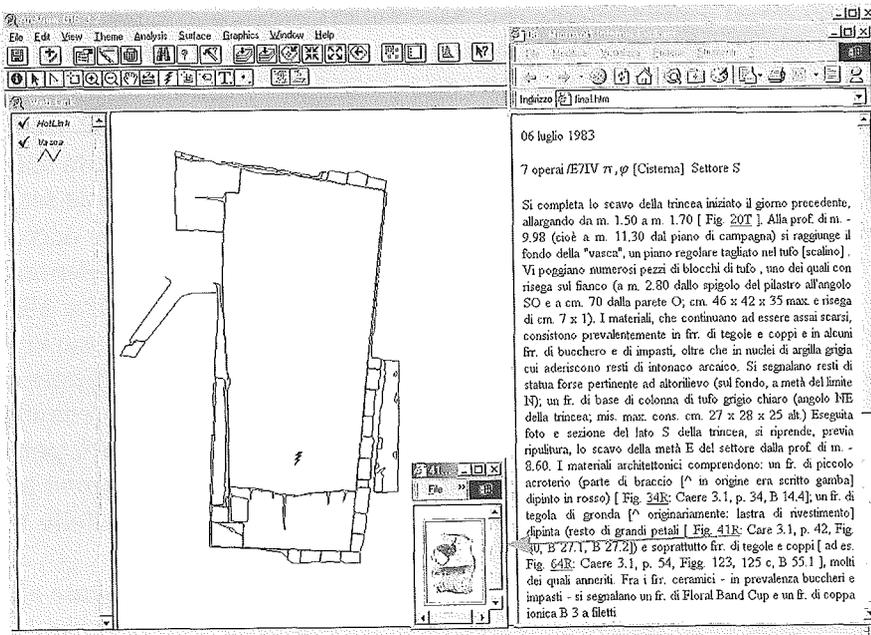


Fig. 7. – Collegamento tra pianta, diario di scavo e immagini tramite *hot links*.

3. Considerazioni conclusive.

Il sistema messo a punto testimonia come un'appropriate descrizione formalizzata dei dati archeologici e delle relazioni tra essi intercorrenti deve prevedere la complessità strutturale di un contesto archeologico in tutti i suoi aspetti; ciò comporta la realizzazione di un modello dinamico di una realtà complessa in contrapposizione a un procedimento statico di archiviazione e interrogazione della documentazione. A mio avviso, dunque, è fondamentale da un punto di vista metodologico la realizzazione di un sistema informativo integrato che contenga, secondo la via indicata da Jean-Claude Gardin, non solo la descrizione dei dati primari ma anche la struttura interpretativa: in tal modo ogni dato secondario che emerge durante l'analisi può

essere incluso, permettendo di passare dai problemi descrittivi a quelli epistemologici.

La cura posta nel rappresentare il linguaggio scientifico utilizzato dagli archeologi nei diari di scavo implica infatti una particolare attenzione alle fasi di descrizione e di interpretazione del record archeologico – momenti ricorrenti e strettamente connessi della ricerca – e dunque sia alla documentazione, cioè al momento della codifica, sia alla sua rappresentazione, cioè al momento del modello. Lo scopo perseguito è ora di verificare se la procedura adottata può sostituire con successo un approccio più tradizionale di analisi informatizzata della documentazione di scavo, basata sull'uso di banche dati, agevolandone l'edizione topografica generale. Come sostiene ancora Gardin, l'informazione materiale è insufficiente se non è accompagnata da un'evoluzione intellettuale verso nuove forme di presentazione delle conoscenze, più favorevoli alla consultazione interattiva che alla lettura passiva (Gardin, 1999: 76). In informatica, pertanto, è necessario anzitutto rivalutare l'aspetto della disciplina connesso con le tecnologie della comunicazione; quindi bisogna superare il concetto di modello come strumento che può rappresentare e sostanziare idee definite a priori, per arrivare a considerarlo un mezzo reale inteso alla definizione di nuove teorie, che contribuiscano a chiarire i meccanismi della costruzione delle conoscenze.

Un ultimo cenno al fatto che nel corso della ricerca sono state affrontate tematiche assai dibattute nel corso dell'evoluzione dell'informatica archeologica: mi riferisco in particolare all'omologazione nella descrizione del record archeologico e all'eshaustività nella scelta delle informazioni. Nel primo caso, discusso fin dagli anni Cinquanta nell'ambito di un indirizzo di studi legato all'analisi delle costruzioni archeologiche mediante l'uso di linguaggi formalizzati (cf. da ultimo Gardin, 1999, con bibliografia precedente), la soluzione in archeologia è stata in genere individuata nella definizione di dizionari terminologici. Al di là del fatto che i progetti di standardizzazione del lessico descrittivo hanno in genere trovato in ambito archeologico una forte resistenza, essi propongono una descrizione della realtà da analizzare e una sua normalizzazione da realizzare preventivamente alla fase di elaborazione dei dati. L'uso di linguaggi di marcatura comporta invece la definizione di norme formali e non sostanziali, che permettono di stabilire in un momento successivo liste terminologiche utilizzate in contesti ben definiti e, attraverso l'uso di sistemi multimediali, ope-

rare integrazioni nel testo originario (Orlandi, 1999a: 155).

Per quanto attiene al problema dell'esautività, esso appare strettamente connesso con la definizione stessa di modello. Come ha delineato Anne-Marie Guimier-Sorbets (1990: cap. 1), che per prima ha sostituito nelle applicazioni delle banche-dati in archeologia il parametro dell'«oggettività» nella scelta delle informazioni con la loro esautività, tale problema trova una risoluzione proprio nel concetto di modello da noi adottato: il modello, in quanto rappresentazione di un prototipo, ne è una schematizzazione; al contempo, però, esso deriva da una conoscenza approfondita del prototipo stesso e ne esalta talune caratteristiche specifiche: la descrizione che ne risulta deve dunque essere al massimo esauriente.

L'approccio da noi adottato, infatti, si fonda su un'epistemologia che privilegia l'uso di modelli per ricostruire i contenuti e i metodi di acquisizione del sapere scientifico; essa si pone compiti circoscritti, nel senso che non tende al raggiungimento di leggi generali bensì limita l'ambito di applicazione e rivaluta l'importanza dei fattori legati al contesto. In sostanza, la relazione fra i dati empirici e le teorie, cioè tra osservazione e interpretazione, viene rappresentata attraverso una molteplicità di modelli, che vanno dalla descrizione e dall'acquisizione dei dati fino alla specificazione di interpretazioni e viceversa, in quanto la definizione dei modelli stessi dipende strettamente sia da fattori empirici, sia da presupposti teorici sia da considerazioni di carattere pragmatico.

Vorrei concludere ricordando che quasi venti anni or sono ebbi la fortuna di partecipare a un corso intensivo di specializzazione, organizzato in Francia da François Djindjian (Djindjian e Ducasse, 1987) sotto gli auspici della Comunità Europea. I docenti di allora, massimi rappresentanti del settore disciplinare su cui oggi riflettiamo e in buona parte presenti a questo Convegno, ci guidarono verso un approfondimento teorico sulla natura e, soprattutto, sul trattamento dell'informazione archeologica, che avviene attraverso stadi diversi, tutti imprescindibili e tutti da esplicitare: l'acquisizione, l'elaborazione, l'interpretazione e l'edizione. Essi ci guidarono anche verso lo studio e la valutazione dei diversi metodi di analisi dei dati archeologici, intesi contemporaneamente come causa ed effetto di nuove problematiche di ricerca. Questo tipo di approccio, al di là dell'evoluzione tecnologica dell'informatica, dell'attuale varietà e complessità delle applicazioni nonché della sempre più frequente spettacolarizzazione delle tecniche espressive, resta tuttora fondamentale. Per tale prezioso

insegnamento vorrei oggi rivolgere loro un sentito, doveroso ringraziamento.

BIBLIOGRAFIA

- BAMPTON M., 1997. *Archaeology and GIS: The View from Outside*. *Archeologia e Calcolatori*, 8: 9-26.
- BUCK C.E., CAVANAGH W.G., LITTON C.D., 1996. *Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data*. John Wiley & Sons, Chichester.
- BUZZETTI D., 1999. *Rappresentazione digitale e modello del testo*. In: AA.VV., *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere (Roma, 27-28 ottobre 1998)* (Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100). Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 127-161.
- CASTAGNOLI F., 1993. *Gli studi di topografia antica nel XV secolo (1962)*. In: *Topografia antica. Un metodo di studio*. I, IPZS, Roma: 5-14.
- CLARKE D., 1972. *Models in Archaeology*. Methuen, London.
- CRISTOFANI M., 1986. *Nuovi dati per la storia urbana di Caere*. *Bollettino d'Arte*, 35-36: 1-24.
- CRISTOFANI M. et al., 1992. *Caere 3.1. Lo scarico arcaico della Vigna Parrocchiale*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- CRISTOFANI M. et al., 1993. *Caere 3.2. Lo scarico arcaico della Vigna Parrocchiale*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- CRISTOFANI M., 1996. *Recenti scoperte nell'area urbana di Cerveteri*. *Notiziario dell'Università degli Studi di Napoli «Federico II»*, n. s., II, 11-12: 73-78.
- DJINDJIAN F., 1993. *L'archéologie cognitive. Une réponse au problème de l'intégration des technologies de l'information en archéologie*. In: T. ORLANDI (ed.), *Discipline umanistiche e informatica. Il problema dell'integrazione* (Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 87). Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 29-39.
- DJINDJIAN F., 1996. *L'apport des sciences cognitives à l'archéologie*. In: A. BIETTI, A. CAZZELLA, I. JOHNSON, A. VOORRIPS (eds.), *Theoretical and Methodological Problems. Colloquium I. XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences (Forlì 1996)*. ABACO, Forlì: 17-27.
- DJINDJIAN F., DUCASSE H. (eds.), 1987. *Data Processing and Mathematics Applied to Archaeology (Valbonne - Montpellier 1983)*. PACT, 16.
- GARDIN J.-CL., 1981. *Le analisi dei discorsi*. Liguori Editore, Napoli.
- GARDIN J.-CL., 1998. *Cognitive Issues and Problems of Publication in Archaeology*. In: S. TABACZYNSKI (ed.), *Dialogue with the Data: The Archaeology of Complex Societies and its*

- Context in the '90s* (Theory and Practice of Archaeological Research, vol. III). Polish Academy of Sciences, Warszawa: 65-79.
- GARDIN J.-CL., 1999. *Calcul et narrativité dans les publications archéologiques*. *Archeologia e Calcolatori*, 10: 63-78.
- GARDIN J.-CL., PEEBLES CH. S. (eds.), 1992. *Representations in Archaeology*. Indiana University Press, Bloomington.
- GOTTARELLI A., 1995. *La modellazione tridimensionale del documento archeologico: livelli descrittivi e processamento digitale*. *Archeologia e Calcolatori*, 6: 75-104.
- GUIMIER-SORBETS A.-M., 1990. *Les bases des données en archéologie. Conception et mise en œuvre*. CNRS, Paris.
- HODDER I., 1995. *Theory and Practice in Archaeology*. Routledge, London-New York.
- HODDER I., ORTON C., 1976. *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LOCK G., 2000 (ed.). *Beyond the Map*. IOS Press, Amsterdam.
- LOCK G., HARRIS T., 1993. *Analysing Change through Time within a Cultural Landscape: Conceptual and Functional Limitations of a GIS Approach*. In: *The Development of Urbanism from a Global Perspective* (<http://www.arkeologi.uu.se/afr/projects/Book/Lock.htm>).
- MOSCATI P., 1996. *Archeologia Quantitativa: nascita, sviluppo e "crisi"*. In: P. MOSCATI (ed.), *Proceedings of the III International Symposium on "Computing and Archaeology"* (Roma 1995). *Archeologia e Calcolatori*, 7: 579-590.
- MOSCATI P., 1998. *Mauro Cristofani, Computerised Archaeology and the "Caere Project"*. In: P. MOSCATI (ed.), *Methodological Trends and Future Perspectives in the Application of GIS in Archaeology*. *Archeologia e Calcolatori*, 9: 13-18.
- MOSCATI P., 2000a. *The "Caere Project": Methodological and Technical Considerations*. In: A. GUARINO (ed.), *Proceedings of the II International Congress "Science and Technology for the Safeguard of the Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Paris 1999). CNR-CNRS, Elsevier, Paris: 119-128.
- MOSCATI P., 2000b. *Dal mondo della statistica applicata*. *Archeologia e Calcolatori*, 11: 396-400.
- MOSCATI P., 2001. *Scavi archeologici e scavi clandestini: il caso ceretano*. In: M.P. GUERMANDI (ed.), *Rischio archeologico: se lo conosci lo eviti. Atti del convegno di studi su cartografia archeologica e tutela del territorio* (Ferrara 2000). Edizioni All'Insegna del Giglio, Firenze: 361-368.
- MOSCATI P., in corso di stampa. *Modelli e metodi dell'informatica archeologica*. In: AA.VV., *Scritti in memoria di Mauro Cristofani*. Prospettiva.
- MOSCATI P., MARIOTTI S., LIMATA B., 1999. *Il "Progetto Caere": un esempio di informatizzazione dei diari di scavo*. *Archeologia e Calcolatori*, 10: 165-188.

- ORLANDI T., 1999a. *Multimedialità e archeologia*. *Archeologia e Calcolatori*, 10: 145-157.
- ORLANDI T., 1999b. *Linguistica, sistemi, modelli*. In: AA.VV., *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere (Roma, 27-28 ottobre 1998)* (Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100). Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 73-90.
- ORTON C., 1980. *Mathematics in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ORTON C., 2000. *Sampling in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PALUBICKA A., TABACZYNSKI S., 1986. *Società e cultura come oggetto delle ricerche archeologiche*. In: G. DONATO, W. HENSEL, S. TABACZYNSKI (eds.), *Teoria e pratica della ricerca archeologica. I: Premesse metodologiche*. Il Quadrante, Torino: 63-194.
- RENFREW C. (ed.), 1973. *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*. Duckworth, London.
- SALMON M.H., 1999. *Models for Explaining Archaeological Phenomena*. In: AA.VV., *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere (Roma, 27-28 ottobre 1998)* (Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100). Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 111-125.
- SUSINI G., 1998. *Dal "dato" al "segno". La carta della memoria*. In: M.P. GUERMANDI (ed.), *CART. Carta Archeologica del rischio territoriale*. IBC, 6, 3: 44.
- VOORRIPS A., 1996. *Archaeological Theory and GIS, Any Relations?* In: A. BIETTI, A. CAZZELLA, I. JOHNSON, A. VOORRIPS (eds.), *Theoretical and Methodological Problems. Colloquium I. XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences (Forlì 1996)*. ABACO, Forlì: 209-214.
- VOORRIPS A., 1998. *Electronic Information Systems in Archaeology. Some Notes and Comments*. In: P. MOSCATI (ed.), *Methodological Trends and Future Perspectives in the Application of GIS in Archaeology*. *Archeologia e Calcolatori*, 9: 251-267.

FRANCESCO D'ANDRIA* - GRAZIA SEMERARO*

APPLICAZIONI GIS ALLA RICERCA ARCHEOLOGICA.
MODELLI DI FORMALIZZAZIONE DEI DATI

Introduzione.

A più di trent'anni dalle prime pioneristiche applicazioni dell'informatica all'archeologia si deve riconoscere che uno dei risultati più importanti di questo incontro è di natura metodologica: esso risiede nella spinta a formalizzare le procedure di analisi e rappresentazione dei dati archeologici. Non a caso all'ingresso degli elaboratori elettronici nel campo archeologico si accompagna l'avvio di un'ampia riflessione sulla necessità di rinnovare il «linguaggio» scientifico proprio dell'archeologia, ponendo istanze che prima non erano riconosciute degne di attenzione, come ad esempio la distinzione fra linguaggio descrittivo e linguaggio interpretativo¹.

Nel corso degli anni '70 ed '80 si è inoltre rapidamente preso coscienza dei problemi posti dalla strutturazione dei dati, e dell'importanza rivestita dalla fase di progettazione concettuale di un'applicazione. In archeologia la costruzione di un modello di rappresentazione delle informazioni è ampiamente dipendente dalle scelte metodologiche di fondo (sull'uso dei modelli in storiografia cfr. riflessioni in Itzcovich, 1999). Per questo, i problemi posti dalla strutturazione dei dati si sono sviluppati in stretta relazione con il continuo affinamento dei metodi e con l'evoluzione del dibattito teorico che, a partire dagli anni '60, ha investito questa disciplina in modo probabilmente molto più vivo di quanto non sia avvenuto per altre scienze dell'antichità.

* Dipartimento di Beni Culturali - Università degli Studi di Lecce - Via D. Birago, 64 - 73100 LECCE. francesco.dandria@unile.it; grazia.semeraro@unile.it

¹ Centrale in tale dibattito l'esperienza francese animata dalle figure di R. Ginouvès e J.-Cl. Gardin: v. in particolare Ginouvès (1971); Gardin (1991).

Come contributo alla discussione sui metodi riteniamo utile presentare le esperienze realizzate nell'ambito del Laboratorio di Informatica per l'Archeologia, attivato a Lecce grazie al Progetto Strategico CNR, insieme al Laboratorio di Topografia diretto da Marcello Guaitoli. I vari modelli di rappresentazione dei dati, che si presentano in questa sede, sono il risultato di scelte miranti a potenziare, nei vari settori, le possibilità di lettura e d'interpretazione delle informazioni provenienti dalla ricerca sul campo.

1. *Il GIS e la ricerca sulle culture anelleniche in Italia meridionale.*

1.1. *Problemi della ricerca sul mondo indigeno.*

L'Italia meridionale, in particolare nelle aree non interessate dalla presenza coloniale ellenica, quelle in cui erano insediate le variegate entità etniche del mondo indigeno (enotri, brettî, apuli, messapi etc.) costituisce un caso esemplare per comprendere come l'applicazione di determinati modelli di indagine abbia fortemente condizionato le strategie e i risultati della ricerca.

Modelli di ricerca caratterizzati da un'estesa adesione al concetto di ellenizzazione hanno sancito la centralità del fenomeno coloniale greco dal quale le varie realtà indigene avrebbero subito influssi più o meno intensi e determinanti. La staticità di questo approccio spesso aveva costituito il principale ostacolo per una ricerca archeologica moderna, in cui la formulazione di modelli interpretativi doveva servire a stabilire strategie specifiche per identificare e risolvere determinati problemi. Queste problematiche emergevano nelle relazioni e discussioni sviluppate nel corso del Convegno di Taranto nel 1997 sul tema *Confini e frontiere*, in cui il problema era stato posto con forza nella prospettiva della *ethnicity* e dell'antropologia della frontiera (ACT, 1998).

Anche i temi legati all'ideologia funeraria hanno orientato gran parte delle ricerche sulle culture indigene dell'Italia meridionale, ma spesso hanno trascurato la necessità di una lettura contestuale all'interno delle dinamiche di sviluppo dei fenomeni insediativi (un meritorio tentativo di sviluppare in Italia questa linea di ricerca è, già negli anni '80, in Gualtieri, 1987). Spesso l'importanza della ceramica greca all'interno dei corredi funerari è stata eccessivamente enfatizzata e interpretata come effetto rilevante dei processi di ellenizzazione, senza considerare i modi di ricezione di que-

sti oggetti all'interno delle diverse società non greche, che modificavano anche radicalmente le loro funzioni².

L'importanza attribuita ai manufatti artistici ha portato spesso a trascurare perfino i più basilari dati di inquadramento topografico ed anche in recenti, importanti, edizioni di corredi funerari, provenienti da contesti indigeni dell'Italia meridionale, manca l'indicazione geografica dei siti di provenienza³.

Nell'introduzione ad un recente volume sulla città greca Emanuele Greco (1999) discute, con ampiezza di argomentazioni, la necessità di studiare questo fenomeno superando un'impostazione che, nell'archeologia italiana, sarebbe fortemente condizionata da una matrice di storia dell'arte. Rivendicando giustamente il merito della tradizione storiografica italiana e francese nell'impostare i grandi temi del rapporto tra città e territorio, in particolare nelle colonie greche di occidente, nel testo di E. Greco emerge tuttavia una certa diffidenza verso la *settlement archaeology*, con le grandi potenzialità che la riflessione metodologica, la ricerca interdisciplinare, in particolare nelle scienze naturali, e le tecnologie informatiche possono fornire per ulteriori sviluppi di conoscenza sulle città greche, studiate non solo negli aspetti istituzionali ed «urbanistici» ma anche nella loro dimensione insediativa e spaziale⁴.

Nel recente Convegno di Taranto sulle *chorai* coloniali (ACT, 2001) abbiamo potuto misurare quanto grande sia ancora il ritardo rispetto ad una conoscenza integrata dei fenomeni insediativi e territoriali dell'Italia meridionale, dove solo la *chora* di Metaponto è stata indagata per merito dell'equipe americana di Joe Carter, secondo le metodologie fortemente innovative della *survey*, di matrice anglosassone.

² La difficoltà di interpretazione di insediamenti complessi, in particolare nella Sicilia anellenica, è evidente negli studi sull'anonimo abitato «greco-indigeno» di Balate di Valle Oscura (Marianopoli-Caltanissetta): Fiorentini (1999).

³ V. recensione al volume sull'edilizia domestica in Magna Grecia e Sicilia (Nevett, 1998: 637), in cui viene sottolineata l'importanza del fatto che, all'inizio del volume, ci sia una cartina degli insediamenti citati.

⁴ Greco (1999: VII-XIII): «Si deve tuttavia constatare come la riflessione storiografica assuma assai di frequente forme di auto celebrazione, in modo del tutto ignaro, mirata com'è ad affermare il primato dell'archeologia anglosassone, che avrebbe inaugurato vent'anni fa (vale a dire nella seconda metà degli anni settanta) la pratica della prospezione territoriale... insomma, ancora una volta, registriamo indubbi progressi tecnologici, ma, nello stesso tempo, un certo impoverimento culturale».

Sulla necessità di sviluppare la *settlement archaeology* in una nuova prospettiva di metodi comparativi, un importante appuntamento si è tenuto a Groningen in Olanda nell'aprile scorso (*RPC Conference 2000, Research Conference of the Regional Pathways to Complexity Project*. University of Groningen, April 13-15, 2000).

Un ampio progetto di ricerca sugli insediamenti in Italia meridionale in una prospettiva regionale è in corso di realizzazione, d'intesa tra l'Università di Lecce, il Consiglio Nazionale delle Ricerche e l'Università Libera di Amsterdam, che lavora sul territorio di Brindisi.

Un esempio tipico di come il modello della città greca condizioni l'interpretazione dei centri indigeni è costituito dall'insediamento di Pomarico Vecchio, in cui è stata riscontrata una divisione regolare degli isolati, considerata come un apporto diretto da Metaponto (sui risultati della ricerca, cfr. Barra Bagnasco, 1997). Pomarico Vecchio, un abitato di circa 6 ettari, va visto invece all'interno dei sistemi di occupazione enotria di questa parte della Basilicata posta tra i fiumi Bradano e Basento, il cui *central place* è Montescaglioso, con 50 ettari di estensione, e Difesa S. Biagio (17 ettari) costituisce centro satellite a continuità di vita (D'Andria, 1999: 114), come i recenti scavi e le ricerche promosse dal Progetto Mezzogiorno del CNR hanno evidenziato. Pomarico va dunque considerato insediamento di nuova fondazione all'interno di dinamiche che interessano in questa fase il mondo indigeno⁵.

Appare così evidente come, per interpretare gli insediamenti indigeni, sia necessario elaborare parametri diversi da quelli legati alle tradizioni dell'«urbanistica greca».

La generale problematica relativa ai modelli in archeologia è stata di recente affrontata in un lavoro di John Bintliff (1997), in cui si sottolinea l'importanza dell'archeologia intensiva e delle *surveys* per l'analisi della storia regionale nel quadro delle interazioni tra regione e macroregione.

L'elaborazione teorica di modelli interpretativi deve dunque sfuggire alle generalizzazioni e basarsi su un approccio sistemico, che non privilegi singoli elementi ma stabilisca criteri oggettivi di valutazione, in cui i dati statistici e quantitativi possano assumere adeguata rilevanza. In questa prospettiva l'applicazione dei sistemi GIS allo studio degli insediamenti in Italia meridionale ha portato innegabili innovazioni. Una diffusione di queste

⁵ La distanza in linea d'aria tra Metaponto e Cozzo Presepe (13 km) è la stessa che intercorre tra Montescaglioso e Pomarico Vecchio (12.50 km).

metodologie nella pratica del lavoro di tutela permetterebbe di attivare nelle Soprintendenze quelle forme di archeologia previsionale e di difesa preventiva della documentazione archeologica, proposte da un documento europeo noto come Convenzione di Malta, che è stato recepito nelle legislazioni degli altri Paesi europei ma che in Italia si fa fatica ad attivare.

In questa prospettiva presso l'Università di Lecce sono state create le strutture di un Laboratorio di Informatica per l'Archeologia, nell'ambito di un Progetto Strategico del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Progetto Mezzogiorno.⁶

F.D.

1.2. *Il GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale: criteri di organizzazione dei dati.*

Base del Progetto è il censimento dei dati relativi agli insediamenti anellenici noti dalla bibliografia e la loro rappresentazione su base geografica e territoriale⁷.

Il progetto si propone di: 1) valutare il rapporto insediamenti/territorio, studiando la distribuzione degli abitati in relazione alle risorse; 2) raccogliere elementi utili a definire le gerarchie degli insediamenti, con integrazione dei dati dal micro al macrolivello (*settlement hierarchy*). La scala prescelta è ampia, regionale e interregionale. Sullo sfondo campeggia il problema dei rapporti Greci/indigeni, al quale si vuole contribuire valorizzando l'individuazione delle dinamiche endogene di evoluzione degli insediamenti. La ricerca si concentra pertanto sulle realtà insediative intese come entità in qualche modo organizzate, a livelli più o meno complessi.

Per la gestione dei dati alfanumerici (*data management*) si è costruita un'applicazione in *Access*. I contenuti dei campi associati a vocabolari o le

⁶ L'attività avviata nell'ambito del Progetto Strategico n. 25100 si è sviluppata grazie al Progetto Finalizzato «Beni Culturali», coordinato da A. Guarino e al Progetto Mezzogiorno coordinato da M. Malavasi.

⁷ Il censimento è stato avviato nell'ambito delle attività didattiche del corso di Archeologia e Storia dell'arte greca della Scuola di Specializzazione in Archeologia nell'a.a. 1995-96 e sviluppato nell'ambito di 5 tesi di Specializzazione: G. Bustini, B. Pecere, C. Guardascione (aa. 1997-98), L. Saffiotti, F. Mollo (1998-99). Gli aspetti informatici dell'applicazione sono stati curati da C. Mangia e P. Pulli.

queries possono diventare temi o *layers* del GIS. I dati territoriali sono gestiti attraverso il software *Arcview*.

I dati alfanumerici sono suddivisi in due schede: 1) per il territorio; 2) per i siti.

TERRITORIO	
DEFINIZIONE AREA	DAUNIA
NUM. PROGRESSIVO	1 Siti correlati
GEOMORFOLOGIA	Planura
GEOLOGIA	Alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari olocenici
PEDOLOGIA	Terreni alluvionali
GRADO DI FERTILITA'	Fertilità elevata
USO DEL TERRENO	Seminativo irriguo
IDROLOGIA	Torrente
CLIMA	Umido
PRECIPITAZIONI MEDIE	400 - 500 mm.
TEMPERATURE MEDIE	16 - 18.1 °
DESCRIZIONE	L'unità territoriale 1 si colloca all'interno della più vasta unità subregionale del Tavoliere. Essa corrisponde all'attuale pianura costiera del golfo di Manfredonia, solcata da corsi d'acqua a carattere torrentizio e delimitata a N dalle ultime propaggini del Promontorio del Gargano, a S dalla foce del fiume Ofanto. Procedendo da SE verso NO è costituita da una fascia di circa 5-6 Km., che, superate le saline di Margherita di Savoia, tende ad allargarsi fino a raggiungere l'ampiezza di circa 20-25 Km. (CALDARA-PENNETTA 1993 b, p. 39). La formazione geologica di tale area (BONARDI-D'ARGENID-PERRONE 1988), costituita da alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari è piuttosto recente e risale all'Olocene, (ultima fase del Quaternario). Su tali formazioni, si sono depositati terreni alluvionali, considerati i migliori della regione per l'elevato grado di fertilità che li caratterizza (cf. "Quattro geo-morfologici"). Tra il IX e il III sec. a.C., la linea di costa si presentava in modo molto diverso da quello attuale: uno stretto e lungo cordone litorale sabbioso isolava una vasta L'area costiera era occupata da insediamenti a terra. Le tracce, fino a circa 5

Records: 14 | 1 | 29 | 1 | * | di 61

Fig. 1. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Videata relativa alla scheda di descrizione del territorio.

La scheda territorio (fig. 1) descrive unità geoterritoriali omogenee identificate a partire dai caratteri geomorfologici, pedologici, climatici. L'obiettivo è quello di classificare dal punto di vista delle risorse (fertilità del terreno, risorse idriche, ecc.) il territorio in cui ricadono i vari insediamenti. Tale obiettivo si scontra con la sostanziale carenza di dati relativi alle caratteristiche paleoambientali delle regioni dell'Italia meridionale, dato il notevole attardamento che caratterizza, sotto il profilo metodologico, buona parte della ricerca archeologica nell'area. Così i campi della scheda sono

stati riempiti deducendo le informazioni dalle carte geologiche e pedologiche. Per valutare il livello di fertilità del terreno i dati geomorfologici sono stati incrociati con i valori relativi alle temperature medie annuali e con le precipitazioni medie annue registrate in alcuni casi a partire dall'Ottocento (per la Puglia: Carta delle precipitazioni medie e Carta dei terreni, in Colaninico, 1959). Le valutazioni che ne risultano, valide sostanzialmente per l'età moderna, si possono proiettare sulle fasi antiche preromane solo con molta approssimazione, tenendo conto che i cambiamenti climatici intervenuti negli ultimi duemila anni non sono mai stati oggetto di studio approfondito. Per questo il grado di fertilità è stato descritto usando un numero ristretto di valori («elevato», «discreto», «mediocre»)⁸. È auspicabile che lo sviluppo della ricerca sull'ambiente antico consenta di colmare presto le lacune di conoscenza in questo settore, lacune che incidono pesantemente sull'analisi del rapporto insediamenti/territorio.

Puglia Settentrionale (IX - III sec. a.C.)
Carta di distribuzione degli insediamenti sulla base delle Unità Geoterritoriali

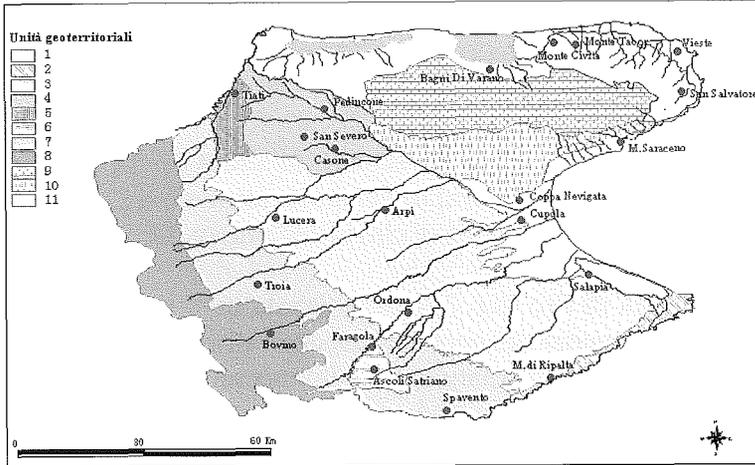


Fig. 2. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Esempio di carta di distribuzione degli insediamenti in relazione alle Unità Geoterritoriali nella Puglia settentrionale.

⁸ Una soluzione analoga è stata scelta per la realizzazione del GIS sulle isole di Hvar e di Brač in Dalmazia (Gaffney e Stančić, 1991, 1999).

SITO						
SITO						
TOPONIMO		Veste				
TOPONIMO ANTICO		Basta, Basts				
DATI GEOGRAFICI						
STATO	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA'		
Italia	Puglia	Lecce	Poggiardo	Veste		
RIFERIMENTI U.T.M.						
UTM		Easting		LONGITUDINE		
UTM		Northing		LATITUDINE		
DATI GEOMORFOLOGICI						
POSIZIONE	PARADIRTERIA	ALTITUDINE m s.l.m.		9570		
TERRITORIO	NESSAFA	NUM. PROGRESSIVO	8	BACINO IDRICO		
DESCRIZIONE						
Alle falde di una delle propaggini della Serra di Poggiardo, sulle calcarenelle di Andriano, l'insediamento era prospiciente (con nella scarpata di origine litoranea e modellata dall'erosione marina) ed una pianura fertile per la presenza di una falda acquifera che alimentava numerosi pozzi. Il sito è segnalato dalla carta geologica delle sabbie calcaree della Serra. E' noto da una menzione di qualche forma di civiltà il sito è anche rappresentato dalla falda della Serra di Poggiardo.						
DATI ARCHEOLOGICI						
DEFINIZIONE						
CENTRO ABITATO						
OSSERVAZIONI						
Il centro è a consistenza di vila nell'epoca moderna. Dopo l'individuazione del sito unico nel Catalogo (DE FERRARIS 1958), ed una fase di scavo di iscrizioni e corredi tombali durante il Decennio (DE SIMONE 1977), altri interventi furono negli anni '80 da parte della Soprintendenza e dell'Istituto Provinciale di Lecce (LO PISTO 1971) il carattere di castrum della località di vila nel centro. Il sito è stato oggetto di scavi sistematici dal 1982, nell'ambito e nella fattispecie, in collaborazione tra l'Università di Lecce e il Centro Nazionale di Roma (fortificazioni, Fondo Melchiorri, Fondo S. Antonio); inoltre numerosi altri interventi di						
TERRITORIO	GRADO ESPLOR. AREA	DIMENSIONI	CIRCUITO DIFENSIVO	IMPIANTO URBANO	APPR. IDRICO PUBBL./PRIV.	BIBLIOGRAFIA
AREE PUBBLICHE	STRUTTURE SACRE	ATTIVITA' ARTIGIANALI	ATTIVITA' PRODUTTIVE	NECROPOLI	OGGETTI IMPORTAZIONE	
Records: 14 1 324 2 14 1 330						

Fig. 3. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Videata relativa alla scheda di descrizione dei siti.

Le aree corrispondenti alle schede di unità territoriali sono state vettorializzate nel GIS come temi di poligoni, attraverso i quali è possibile visualizzare i contenuti delle voci di classificazione (v. fig. 2).

2) La scheda di sito (fig. 3) è organizzata in vari settori finalizzati a descrivere l'insediamento nei suoi vari aspetti – dimensioni, aree funzionali (residenziali, pubbliche, artigianali, di culto, necropoli) – e in rapporto alle varie fasi cronologiche.

L'analisi dei requisiti informativi è stata guidata dall'esigenza di sfruttare i dati presenti in bibliografia per elaborare ipotesi di lettura dell'organizzazione degli insediamenti e per impostare l'analisi degli assetti insediativi a scala territoriale.

L'ostacolo principale al raggiungimento di tale obiettivo è costituito dal carattere fortemente disomogeneo delle informazioni disponibili, da ascrivere allo stato, in genere non avanzato, della ricerca sul terreno. Una percentuale molto elevata di siti indigeni è nota solo da sintetiche

segnalazioni: ad esempio nella maggior parte dei casi mancano notizie sull'estensione dell'insediamento, dato che invece risulta di fondamentale importanza per il tipo di approccio scelto per questo lavoro.

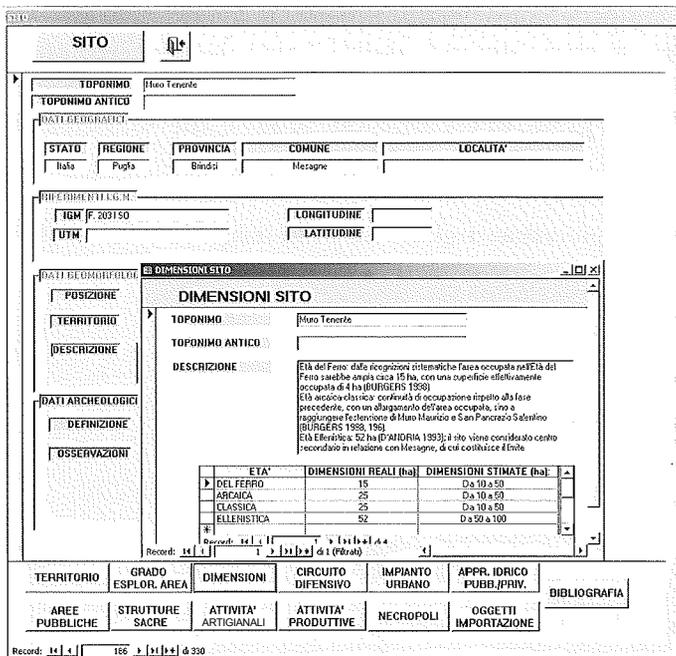


Fig. 4. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Videata relativa alla sottoscheda di descrizione delle dimensioni di un sito.

Queste circostanze hanno inciso sulla modellizzazione dei dati: si è deciso di inserire una sottoscheda relativa al «grado di esplorazione area», in cui classificare l'intensità e la qualità della ricerca archeologica. Questa valutazione rappresenta uno strumento importante per guidare le analisi a livello territoriale perché consente di tenere conto, nella lettura dei dati, dei condizionamenti dovuti ai diversi livelli di avanzamento della ricerca sul terreno.

Per ovviare alla ricorrente assenza di dati quantitativi sulla estensione degli insediamenti, si è fatto ricorso all'inserimento di valori stimati sulla base di un attento riesame della documentazione disponibile. La fig. 4 mostra come sono organizzate le informazioni: per ogni fase

cronologica, si registra il dato relativo alle dimensioni reali, se presente; quindi si compila il campo relativo alle dimensioni stimate, facendo rientrare il valore reale in una delle classi di quantità previste⁹. Se il valore reale è assente si opera una stima delle dimensioni precisando i criteri seguiti nel campo «Note». Naturalmente il livello di approssimazione del procedimento di stima dipende dalla qualità della ricerca archeologica: per questo risulta interessante rappresentare insieme, sulla base cartografica, i valori relativi al «grado di esplorazione area» e alle «dimensioni stimate» (v. *infra*).

Grado di esplorazione degli insediamenti indigeni dell'Italia Meridionale (Età del Ferro)

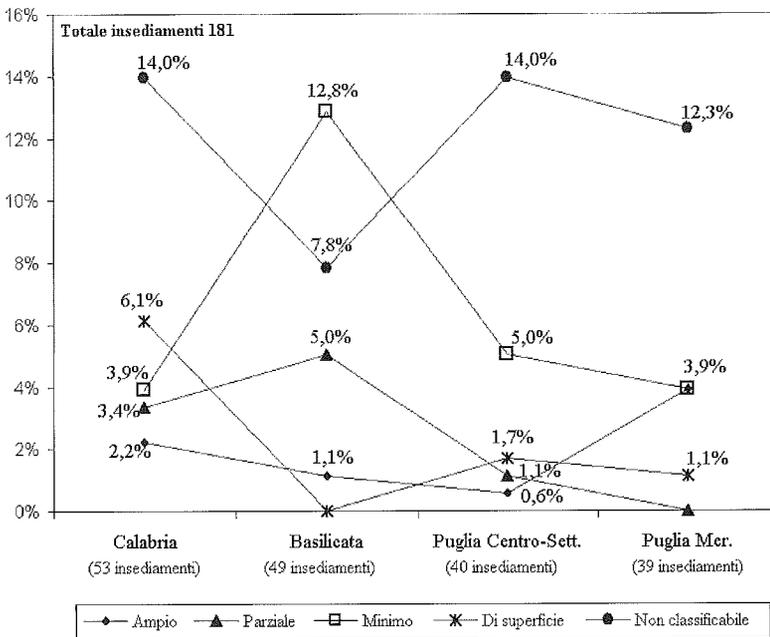


Fig. 5a. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Istogramma relativo al grado di esplorazione area degli insediamenti nell'età del Ferro. Le percentuali sono calcolate sul totale degli insediamenti identificati in ogni fase.

⁹ Si è optato per classi ampie (meno di 10 ha, da 10 a 50, da 50 a 100, più di 100), data la difficoltà di calcolare le dimensioni reali con una buona approssimazione nella maggior parte dei casi.

Per tornare ai criteri seguiti nella modellizzazione dei dati, è opportuno sottolineare che il ricorso al procedimento di stima è stato seguito anche nelle altre sottoschede di informazioni archeologiche: in generale si sono riassunte le notizie ricavate dalla bibliografia nei campi descrittivi, mentre nei campi codificati si è cercato di tradurre le stesse informazioni in valori da elaborare anche da un punto di vista quantitativo.

Grado di esplorazione degli insediamenti indigeni dell'Italia Meridionale (Età Ellenistica)

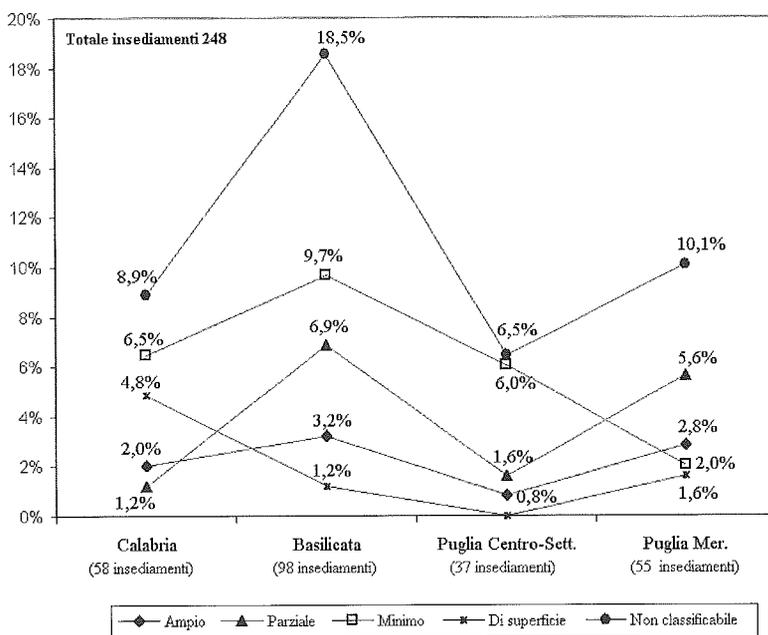


Fig. 5b. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Istogramma relativo al grado di esplorazione area degli insediamenti nell’età ellenistica.

1.3. Esempi di interrogazione degli archivi.

È opportuno fare un rapido cenno alle possibilità di interrogazione degli archivi. Gli istogrammi nelle figg. 5-6 sono stati realizzati in modo molto semplice effettuando delle *queries* sul *database*, e trasferendo i risultati

attraverso le funzioni di *export* dei *files*, in *Excel*. Questo processo è stato utilizzato in particolare per tradurre in grafici le informazioni quantitative utili a fornire una descrizione generale dei contenuti della base di dati, come, ad esempio, gli istogrammi sulla situazione della ricerca riprodotti in fig. 5. Essi illustrano il grado di esplorazione area degli insediamenti nelle tre regioni oggetto di studio, permettendo di verificare l'impatto delle strategie di ricerca sul livello di conoscenza delle evidenze archeologiche.

Tipi di evidenze nei centri dell'Italia Meridionale durante l'età del Ferro
(Grado di esplorazione ampio parziale e di superficie)

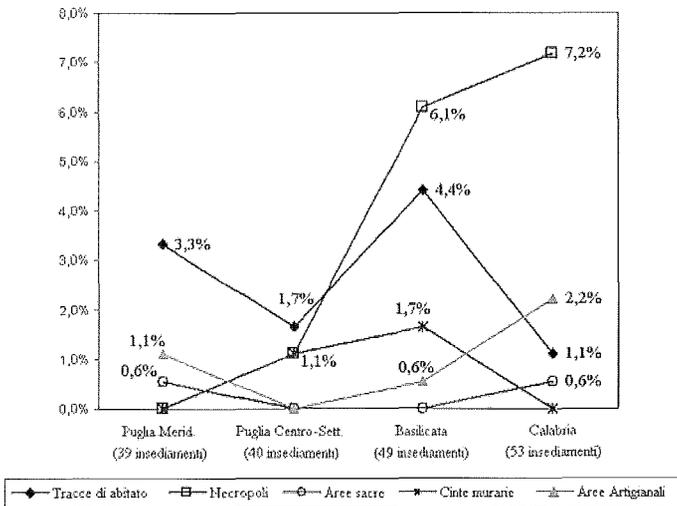


Fig. 6a. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Istogramma relativo ai tipi di evidenze durante l'età del Ferro distinti in base al grado di esplorazione area: ricerche sistematiche. Le percentuali sono calcolate sul totale degli insediamenti identificati in ogni fase.

È interessante notare come la fase dell'età del Ferro sia complessivamente meglio nota nelle regioni dove la ricerca archeologica presenta caratteri di maggiore sistematicità (Puglia meridionale e Basilicata) e, pertanto, è maggiormente in grado di evidenziare tracce archeologiche, il

cui livello di visibilità è senz'altro minore rispetto a quelle della successiva fase ellenistica.

I grafici relativi alle tipologie di evidenze integrano il quadro relativo alle strategie di ricerca: gli istogrammi in figg. 6a e 6b mostrano come sia diversa la base informativa nelle due regioni meglio indagate; se in Puglia meridionale l'evidenza relativa alle fasi più antiche è costituita principalmente da scavi in abitati, nella vicina Basilicata prevalgono le ricerche sistematiche in aree di necropoli.

Tipi di evidenze nei centri dell'Italia Meridionale durante l'età del Ferro
(Grado di esplorazione minimo e non classificabile)

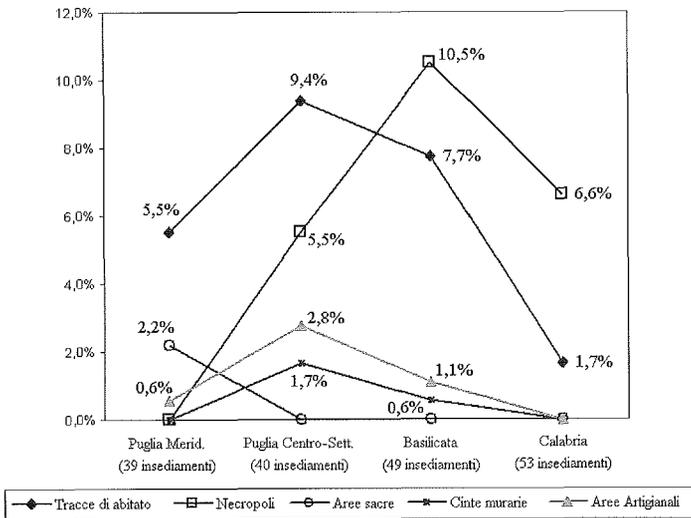


Fig. 6b. – GIS degli insediamenti indigeni in Italia meridionale. Istogrammi relativi ai tipi di evidenze durante l'età del Ferro distinti in base al grado di esplorazione area: ricerche occasionali.

Ne consegue una sostanziale diversità nel quadro delle conoscenze che va opportunamente valutata in sede di comparazione dei dati relativi alle due aree. Nonostante l'importanza strategica nella comprensione delle dinamiche evolutive delle società indigene, la fase dell'età del Ferro è sostanzialmente poco indagata sotto l'aspetto insediativo, vale a dire sotto

l'aspetto che meglio si presta ad analizzare il livello di organizzazione e di articolazione delle società e le variazioni nel rapporto con il territorio e le sue risorse.

Puglia meridionale (Età Arcaica)

Distribuzione degli insediamenti in ettari in base al Grado di Fertilità e di Esplorazione dell'Area

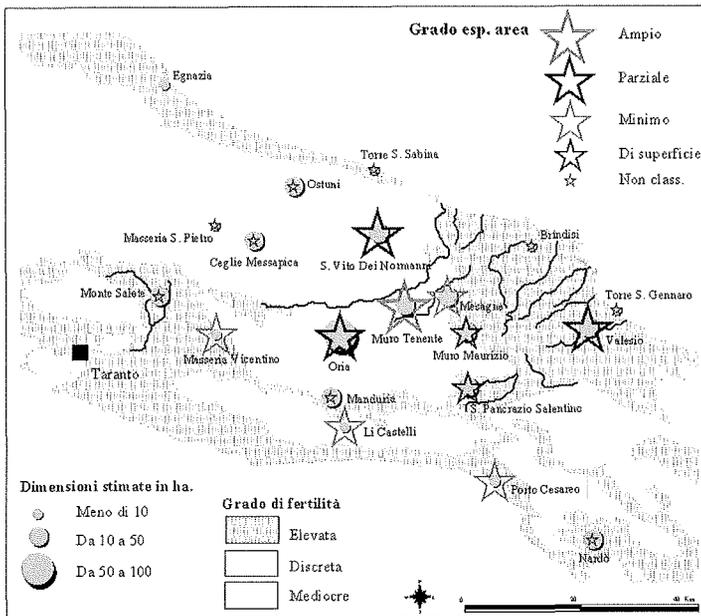


Fig. 7. – Esempio di carta di distribuzione degli insediamenti di età arcaica in base a vari parametri (grado di fertilità, grado di esplorazione area, dimensioni stimate).

Se le statistiche appena illustrate rispondono alle esigenze di esplorare i dati, tipiche della fase iniziale di una ricerca, molto interessanti per approfondire l'analisi e l'interpretazione risultano le possibilità di interrogazione integrata dei dati geografici e di quelli alfanumerici. Le procedure di collegamento dei due archivi consentono di rappresentare, sulla base territoriale, i risultati delle *queries* effettuate sul *database*. Dal punto di vista tecnico questo avviene utilizzando le funzioni di *join* di *Arcview*, che permettono di collegare direttamente ai dati grafici le tabelle

del *database* mantenendo tra i due archivi un legame attivo: questo significa che ogni modifica fatta nel *database* alfanumerico viene recepita dal GIS, perché i dati nelle tabelle di *Arcview* non sono duplicati, ma semplicemente derivano dalla *join* con le tabelle del programma di gestione dei dati alfanumerici.

La fig. 7 illustra un esempio di interrogazione dei due archivi. I valori relativi alla dimensione stimata degli insediamenti nelle varie fasi sono rappresentati insieme al grado di esplorazione area ed al grado di fertilità. L'esempio si riferisce alla situazione insediativa di età arcaica nella fascia «istmica» della Puglia meridionale, che appare caratterizzata da un buon livello di sviluppo della ricerca sul terreno: i dati relativi all'estensione degli insediamenti, basati sulle ricognizioni e sugli scavi sistematici¹⁰, permettono di cogliere in quest'area l'esistenza di una notevole articolazione nella situazione insediativa. Questo fenomeno non può non collegarsi al dinamismo che appare caratterizzare numerosi aspetti della società messapica durante la fase tardoarcaica.

Il sistema dispone inoltre di alcune funzioni di geostatistica (*find distance, proximity*) che risultano utili per sviluppare analisi spaziali oramai classiche nelle applicazioni quantitative allo studio degli insediamenti, come la *site catchment analysis* e i poligoni di Thiessen. Non è questa la sede per discutere nel dettaglio le modalità di impiego e di interpretazione dei risultati di questo tipo di analisi, ma è opportuno segnalare la possibilità di far interagire l'approccio puramente quantitativo delle analisi sulle distanze con la valutazione dei caratteri geografici e ambientali inseriti nel *database*.

2. Applicazione GIS alla gestione dello scavo stratigrafico.

2.1. Gestione informatizzata dei dati di scavo: il sistema ODOS.

La realizzazione del sistema ODOS è stata avviata nel 1991 dal Laboratorio di Informatica per l'Archeologia dell'Università di Lecce, attivando una formula innovativa nell'ambito delle applicazioni informatiche alla gestione dei dati di scavo. ODOS si basava sull'integrazione fra un RDBMS relazionale (*Oracle*) per la gestione dei dati alfanumerici e un sistema di cartografia numerica (basato sul formato vettoriale) per la gestione delle piante di scavo; a questo era collegato un

¹⁰ Ricerche condotte dall'Università Libera di Amsterdam e dall'Università di Lecce ad Oria, Valesio, Muro Maurizio, Mesagne, S. Vito dei Normanni: per una sintesi e la relativa bibliografia cfr. D'Andria (1999), Burgers (1998), Semeraro (1997a).

modulo per la visualizzazione delle immagini in formato *raster* (D'Andria e Semeraro, 1993; e contributi in D'Andria, 1997).

L'evoluzione tecnologica che, nel corso degli ultimi 10 anni, ha interessato soprattutto lo sviluppo e la diffusione dei *personal computers*, ha inciso sul sistema informativo modificando in particolare due aspetti: la piattaforma *hardware* e le modalità di gestione dei dati cartografici. Per quanto riguarda il primo si è passati dal sistema *minicomputer*, adottato inizialmente, ad un uso più ampio ed autonomo dei PC e dei *notebook*; per i dati grafici le novità più rilevanti riguardano il passaggio dal sistema di cartografia numerica all'impiego di un GIS (v. *infra* § 2.2).

Molto meno rilevanti sono invece le modifiche subite dal sistema, in termini di modello concettuale e di schema logico per l'organizzazione dei dati alfanumerici. È, infatti, rimasta intatta la struttura schedografica (SAS, US, TMA, RA), già descritta in altre pubblicazioni, e lo schema logico relazionale adottato al momento dell'avvio del progetto (Semeraro, 1997b).

La fase di progettazione del modulo alfanumerico di ODOS è stata largamente ispirata alla riflessione teorica sui sistemi di analisi descrittiva dello scavo archeologico, sviluppatasi in Italia nel corso degli anni '80. Il dibattito sui metodi di documentazione ebbe riflessi importanti sui sistemi di gestione dei dati di scavo realizzati a livello di prototipo nel nostro Paese e in Europa, ponendo al centro delle applicazioni il problema del modello di organizzazione dei dati alfanumerici. Ai progetti avviati in quel periodo (v. per il progetto Argo: Gualandi *et al.*, 1987; per BDAR: Semeraro e Mangia, 1987; per Aladino: Guermandi, 1990. V. inoltre: Guermandi, 1993, per una panoramica delle applicazioni italiane e francesi) e, negli anni immediatamente successivi, si deve riconoscere il merito di aver affrontato i problemi posti dalla formalizzazione di dati complessi ed eterogenei come quelli derivanti dallo scavo, in un contesto tecnologico ancora dominato dai grandi *mainframes* e da *softwares* di difficile e complessa gestione.

La versione attuale del *database* alfanumerico di ODOS, disponibile anche su *personal computer*, si distingue dalla precedente (illustrata in D'Andria, 1997), per le modifiche apportate alle schede di quantificazione dei materiali (TMA). Infatti, mentre, nella versione precedente, erano previsti modelli diversificati per la schedatura di diverse categorie di materiali (Ceramica, Vetri, Metalli etc.), la nuova TMA (v. fig. 8) prevede un unico modello, da utilizzare per tutti i tipi di reperti mobili.

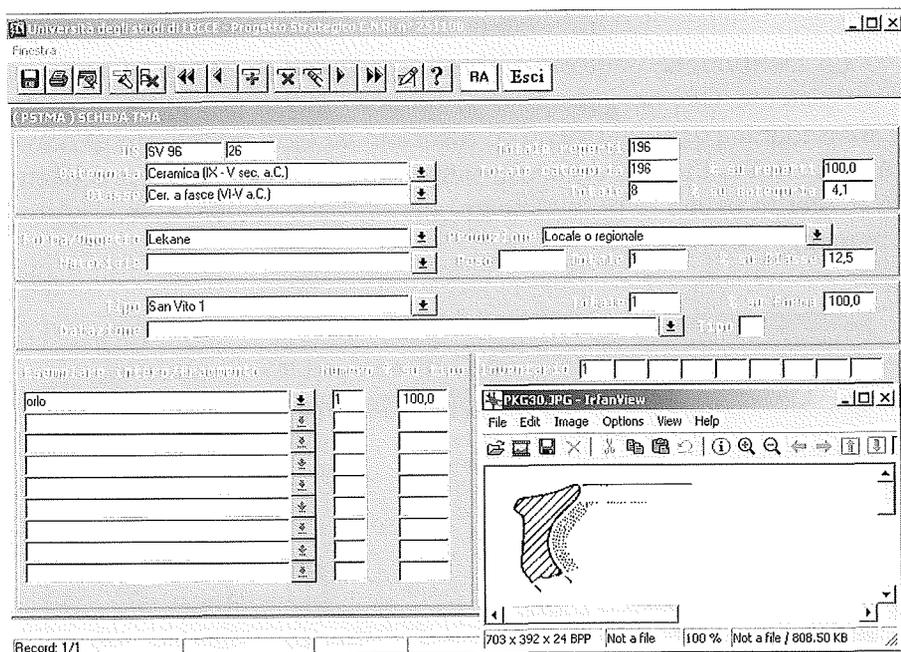


Fig. 8. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo: videata relativa alla catalogazione preliminare dei reperti (TMA).

La nuova scheda è articolata in sei livelli di catalogazione (Categoria, Classe, Forma/Oggetto ecc.), che, sulla base dell'esperienza maturata, dovrebbero soddisfare le esigenze di classificazione preliminare di tutti i materiali. Ai vari livelli di catalogazione corrispondono i relativi vocabolari che aiutano ad immettere in modo corretto i dati. I vocabolari sono organizzati in modo gerarchico per evitare lo scorrimento di liste lunghe e per facilitare la scelta del lemma di interesse: ad esempio la scelta della categoria «Elementi architettonici» rende disponibile il vocabolario delle varie Classi previste (Elementi di copertura, di rivestimento, di pavimentazione, ecc.), ad ognuna delle quali corrisponde una specifica lista di valori per il vocabolario Forma/oggetto.

A questa soluzione si è approdati dopo una fase di sperimentazione che ne ha dimostrato la maggiore agilità. Dal punto di vista tecnico, la scheda TMA unica ha permesso di rendere meno pesante la struttura del *database* e, soprattutto, di garantire un migliore collegamento con il modulo di gestione dei dati grafici (v. *infra*).

2.2. Il modulo GIS per l'analisi stratigrafica.

La sostituzione dell'ormai obsoleto *software* di cartografia numerica con un sistema GIS ha permesso di rendere molto più agile la gestione dell'abbondante patrimonio grafico associato ad ogni intervento di scavo. A partire dal 1996, l'intero archivio, vettorializzato negli anni precedenti, è stato trasferito prima (e parzialmente) nel *software Arc/info* e, in seguito, nel più maneggevole *Arc/view*.

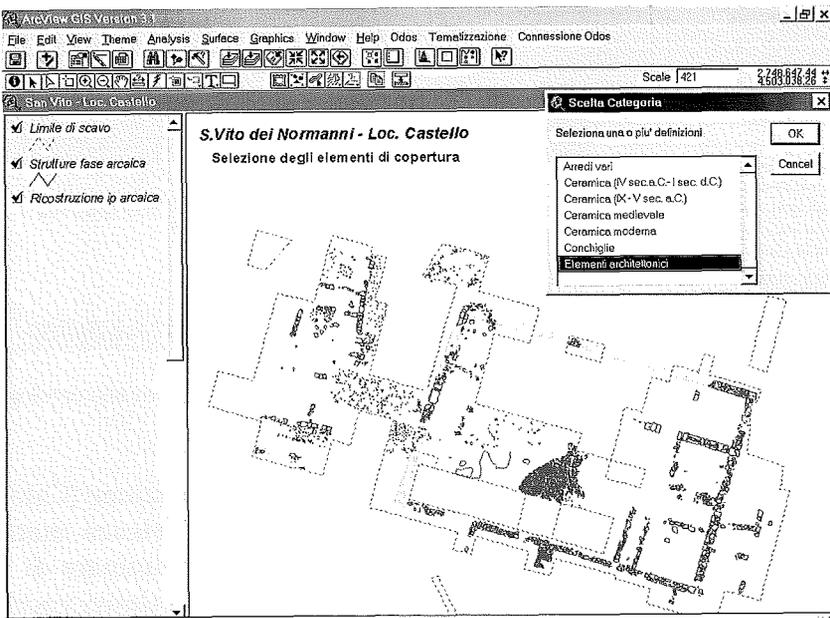


Fig. 9a. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo. Procedura per l'analisi di distribuzione dei materiali: selezione dei parametri.

Nell'ambito del nuovo sistema si è, innanzitutto, riprodotto il collegamento fra dati alfanumerici e dati grafici (ad esempio fra scheda US e pianta US), già presente nella precedente versione e risalente allo schema concettuale elaborato nella fase iniziale di progettazione del sistema. Ma, a parte questo legame, l'adozione del GIS ha trasformato in modo radicale la gestione della documentazione grafica di scavo, grazie in particolare alla

sua duttilità, che permette, anche ad utenti non esperti, di intervenire nella fase di elaborazione dei dati.

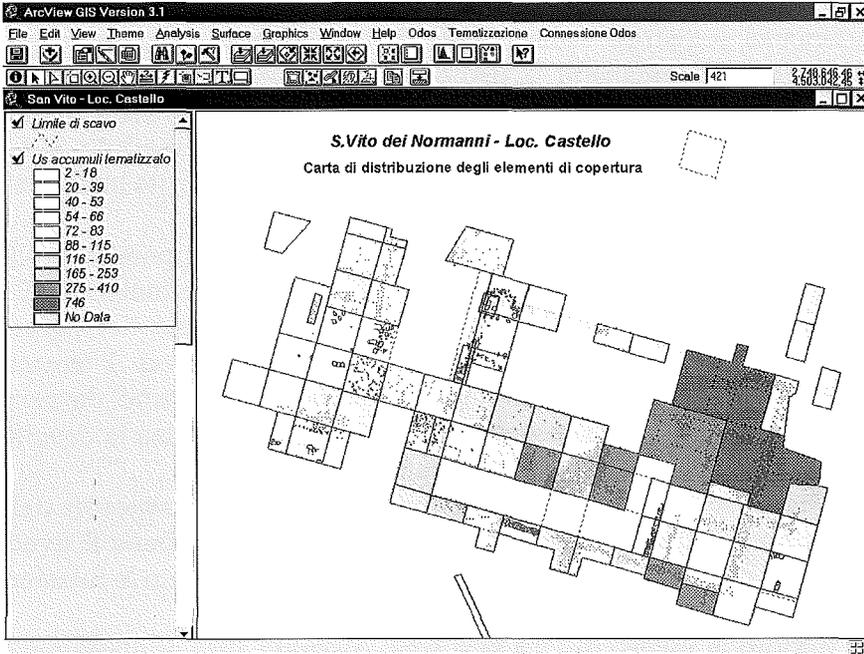


Fig. 9b. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo. Procedura per l’analisi di distribuzione dei materiali: risultato dell’interrogazione.

L’ampia diffusione dei sistemi GIS (tra i contributi più recenti relativi ad applicazioni archeologiche, cfr. Moscati, 1998 e Gillings *et al.*, 1999) ci esime dal soffermarci sulle caratteristiche e sulle differenze rispetto ad altre famiglie di *software* che gestiscono i dati grafici, come ad esempio i CAD. I motivi per cui il GIS può costituire un utile aiuto nell’elaborazione dei dati di scavo risiedono sostanzialmente nelle più ampie e diversificate possibilità di manipolare i dati grafici originari per produrne di nuovi. Questo dipende da due fattori: la possibilità di interfacciare *database* anche complessi e la predisposizione per le analisi distributivo-spaziali.

Nella nostra applicazione entrambi questi aspetti sono stati sfruttati in modo ampio, sia utilizzando le funzioni *standard* del sistema che realizzando nuove procedure che ne potenziano le capacità elaborative. Il

collegamento con il *database* relazionale permette di utilizzare tutti i dati presenti nelle schede di descrizione dello scavo (US) come parametri per la selezione di elementi grafici e per la costruzione di nuove piante. È possibile infatti richiamare le US vettorializzate in base alle quote o alle fasi di appartenenza registrate nelle schede di US, creando una nuova pianta basata su questi tematismi. L'uso degli operatori booleani consente di costruire *queries* anche molto complesse. Nell'analisi della sequenza stratigrafica risulta di una certa utilità l'impiego del modulo 3D: esso permette di rappresentare in modo tridimensionale le unità stratigrafiche visualizzate in base alle quote.

Una nuova procedura è stata realizzata per sviluppare le analisi di distribuzione dei materiali, attingendo i dati dalle tabelle materiali (TMA). Un menu di interrogazione (fig. 9a) guida la selezione dei parametri (categoria, classe, forma, tipo), permettendo di attingere i lemmi dai vocabolari del *database* relazionale. Il risultato è costituito da carte di distribuzione come quella mostrata in fig. 9b, che visualizza la densità dei frammenti di tegole nei livelli di accumulo superficiale.

Quest'esempio, oltre ad illustrare le potenzialità notevoli del GIS come supporto all'analisi stratigrafica, sintetizza molto bene il livello di integrazione raggiunto, che consente di sfruttare pienamente le relazioni fra dati descrittivi, quantificazione dei materiali e dati grafici.

Intorno al nucleo di ODOS si sono costruite altre applicazioni¹¹ che sfruttano la possibilità, comune ai GIS, di interfacciare più *databases*, e, quindi, di utilizzare, all'interno dello stesso procedimento di elaborazione, dati provenienti da fonti diverse. Questo consente di adeguare il sistema alle molteplici esigenze della ricerca. Se, infatti, l'apparato schedografico (SAS, US, ecc.) costituisce la base di registrazione dei dati stratigrafici, esigenze specifiche di ricerca possono richiedere un approccio diverso all'organizzazione e alla formalizzazione dei dati. Nei paragrafi successivi si descriveranno brevemente tre applicazioni, che illustrano modelli diversi di organizzazione dei dati, calibrati su aspetti particolari della ricerca stratigrafica e sul territorio.

¹¹ Il gruppo di lavoro coinvolto nelle applicazioni presentate in questa sede è costituito da: C. Mangia, D. Tafuro (informatici), F. Baratti, B. Pecere (elaborazione dati grafici e gestione GIS). Ai progetti di elaborazione dati discussi collaborano inoltre: F. Sivestrelli, L. Campagna, P. Caggia (Hierapolis); A. Quarta, A. Quercia (Malta); A. Quarta, S. Greco (S. Vito dei Normanni).

2.3. Hierapolis. Applicazione GIS allo studio dei crolli architettonici.

Lo scavo di Hierapolis di Frigia, condotto dalla Missione Archeologica Italiana in Turchia, pone il problema di adeguare le tecniche di documentazione descrittiva e grafica allo studio delle grandi architetture di età romana e bizantina.

HIERAPOLIS - NINFEO DEI TRITONI
Distribuzione dei rilievi figurati
rinvenuti in crollo nella vasca

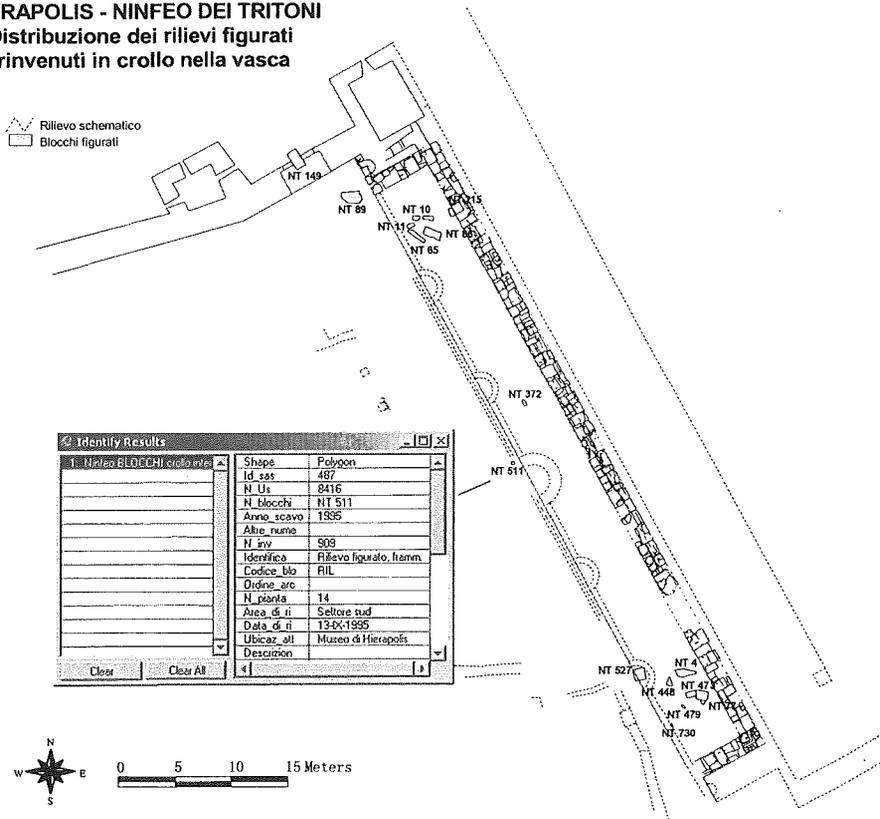


Fig. 10. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo. Hierapolis di Frigia, scavo del Ninfteo dei Tritoni. Esempio di carta tematica relativa all’analisi dei crolli architettonici.

I crolli determinati in ampia parte dai rovinosi terremoti di età tardoantica hanno creato situazioni stratigrafiche peculiari, caratterizzate da estesi accumuli di blocchi. Il rilievo dettagliato di tali formazioni costituisce la base essenziale sia per ricostruire le dinamiche di distruzione degli edifici sia per ricostruirne l'assetto originario.

L'applicazione informatica realizzata per Hierapolis¹² risponde all'esigenza di associare al metodo di documentazione *standard* (basato sull'identificazione e descrizione delle singole US) l'analisi di dettaglio di ogni blocco rinvenuto all'interno delle varie unità stratigrafiche identificate. Mentre per la registrazione delle US si è utilizzata la struttura schedografica di ODOS, l'analisi dettagliata dei blocchi architettonici è stata affidata ad un *database* costruito *ad hoc* in funzione dello studio analitico dell'apparato architettonico e in seguito collegato al sistema tramite le funzioni di *join* di *Arcview*. Il *database* (realizzato con *File Maker Pro*) contiene la descrizione analitica degli elementi in crollo, le misure e le proposte di identificazione basate sul lavoro di classificazione attualmente in corso. Ne consegue la possibilità di realizzare piante di distribuzione degli elementi in crollo realizzate in base ai parametri stabiliti dall'utente (es. la tipologia), verificandone nello stesso tempo la posizione all'interno della sequenza stratigrafica. La fig. 10 si riferisce al caso del Ninfeo dei Tritoni. Lo scavo ha permesso il riconoscimento di circa 1300 blocchi architettonici di marmo, distribuiti in gran parte all'interno della vasca lunga 70 m, e in parte reimpiegati nelle strutture bizantine, realizzate nell'area dopo l'abbandono dell'edificio.

La metodologia GIS consente di ricostruire le microdinamiche che hanno interessato i singoli blocchi, utilizzando le distinzioni osservate al momento dello scavo fra strati di crollo in posizione originaria e strati disturbati da intrusioni o da interventi di asportazione posteriori alla distruzione dell'edificio.

Sulla realizzazione delle numerose piante tematiche relative alla distribuzione dei vari elementi architettonici (colonne, basi, rilievi figurati ecc.) si basano le ipotesi di ricostruzione elaborate per questo edificio di straordinaria importanza per l'architettura romano-imperiale dell'Asia Minore (D'Andria, 2001: fig. 4-22).

¹² V. relazione F. D'Andria al Simposio Internazionale di Ankara sulle attività archeologiche in Turchia (D'Andria, 2002).

2.4. *Malta: gestione integrata di indagini attuali e documentazione di archivio.*

L'applicazione realizzata per il santuario di Tas Silg a Malta¹³ ci ha posto di fronte al problema di recuperare e gestire i dati provenienti dalle indagini realizzate nel sito negli anni '60 insieme a quelli acquisiti con le nuove ricerche avviate nel 1995. La nuova fase della ricerca ha l'obiettivo di puntualizzare la lettura della complessa sequenza stratigrafica, attraverso interventi di scavo mirati, e di pervenire alla pubblicazione definitiva della prima fase di ricerche che erano state rese note negli anni '60 attraverso un'ampia serie di relazioni di carattere preliminare (Cagiano de Azevedo *et al.*, 1964-73. Per le nuove ricerche v. Ciasca e Rossignani, 2000).

L'applicazione informatica si inserisce in questo quadro e ha come obiettivo la creazione di uno strumento di lavoro, che integri, in un ambiente unitario, tipi di documenti redatti in tempi e modi diversi.

La gestione dei dati descrittivi non pone problemi: i dati presenti nei diari di scavo possono essere riversati nell'apparato schedografico di ODOS, che viene utilizzato anche per il lavoro, attualmente in corso, di catalogazione sistematica dei materiali provenienti dai ricchi depositi identificati negli anni '60.

Più problematica si è invece presentata la gestione della documentazione grafica: per quanto riguarda, in particolare, il posizionamento dei «prelievi» stratigrafici è necessario fare riferimento ai vecchi rilievi, che hanno il pregio di conservare informazioni di estrema importanza come, ad esempio, il posizionamento di strutture in seguito rimosse o l'ubicazione di trincee non più integralmente visibili sul terreno, ma che non sono agganciati ad un riferimento topografico unitario.

L'unico riferimento utilizzabile è costituito dalle strutture murarie, ancora visibili nell'area archeologica. Esse sono attualmente oggetto di un nuovo rilievo basato sulla quadrettatura generale del sito impostata alla ripresa dei lavori.

¹³ Gli scavi condotti dalla Missione Italiana a Malta sulla collina di Tas Silg fra il 1963 e il 1970 misero in evidenza una complessa situazione stratigrafica, dovuta alla sovrapposizione di livelli e strutture databili dall'età eneolitica fino all'alto medioevo. L'epigrafia e le fonti letterarie consentono di riferire le fasi preromane e repubblicane ad un santuario legato al culto di Astarte e poi di Hera-Giunone. Nelle 1995 le ricerche sono riprese sotto la direzione di A. Ciasca e di M. P. Rossignani, in un quadro di collaborazione tra l'Università degli Studi di Roma «La Sapienza», l'Università Cattolica di Milano e l'Università degli Studi di Lecce.

L'impiego del GIS ha comportato innanzitutto l'acquisizione del nuovo rilievo in formato vettoriale: esso ha costituito la base rispetto alla quale ubicare i vecchi rilievi acquisiti in formato *raster*.

Utilizzando le funzioni di sovrapposizione di più *layers* (livelli grafici) proprie del GIS, è adesso possibile visualizzare i vari tipi di documenti disponibili per ogni zona dello scavo, dai vecchi rilievi, alla ubicazione in pianta dei «prelievi» effettuati negli anni '60, alla nuova documentazione di scavo, grafica e descrittiva. Il GIS consente di mantenere distinti i vari livelli di documentazione permettendo altresì di utilizzare in nuove elaborazioni grafiche dati provenienti dai diversi «temi» del programma.

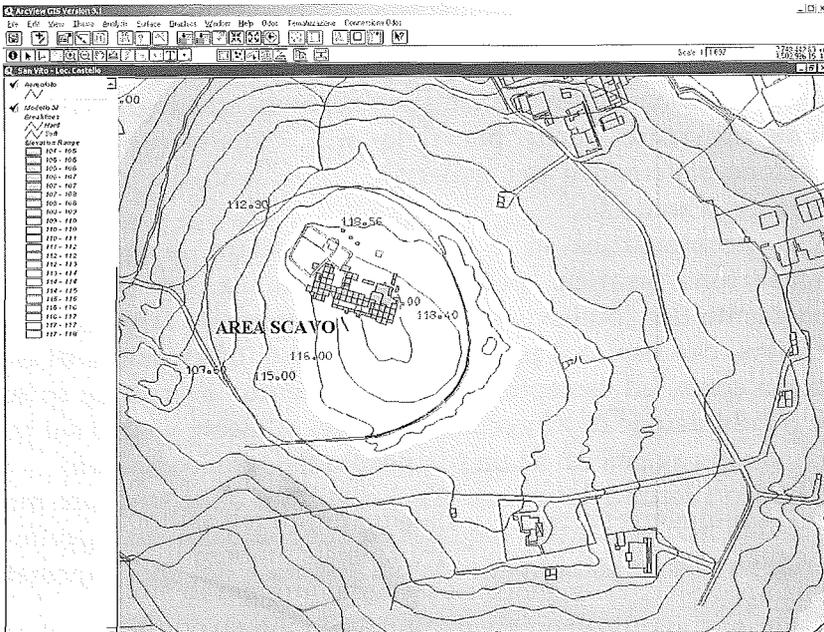


Fig. 11. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo. Abitato di S. Vito dei Normanni. Ubicazione area scavo sul modello digitale del terreno (in scala di grigio) e sul rilievo fotogrammetrico.

Per l'applicazione al contesto culturale di Tas Silg si è inoltre utilizzato il modulo di analisi di distribuzione dei materiali, precedentemente illustrato, che risulta di estrema efficacia per lo studio dei

ricchi depositi di materiali prevalentemente riferibili al santuario di età repubblicana: su questa documentazione si fonda la possibilità di applicare a Tas Silg strategie di ricerca innovative, miranti a sfruttare le analisi distributivo-spaziali dei manufatti e dei reperti bioarcheologici, per ricostruire le dinamiche legate alla frequentazione culturale e come supporto alla ricerca sulle pratiche rituali.

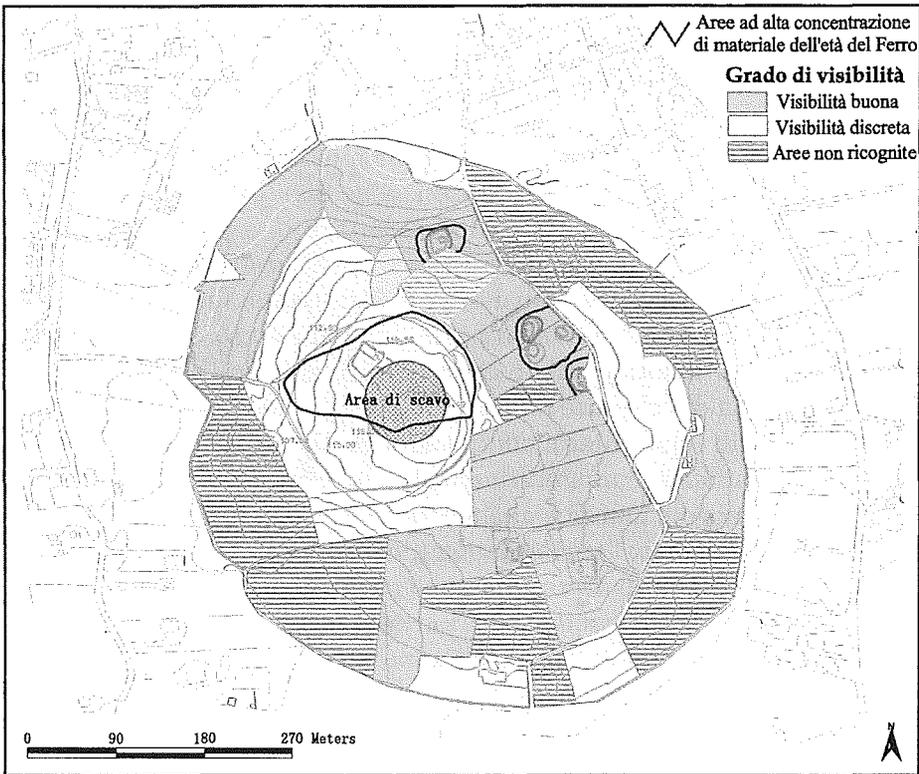


Fig. 12. – Sistema ODOS per la gestione dei dati di scavo. Abitato di S. Vito dei Normanni. Carta di distribuzione delle tracce relative all'età del Ferro.

2.5. Integrazione fra dati di scavo ed analisi di superficie: l'insediamento arcaico di S. Vito dei Normanni (BR).

Per concludere con gli esempi di applicazione del sistema ODOS a specifiche problematiche di ricerca riteniamo opportuno fare rapidamente

riferimento ad un'esperienza che sfrutta la potenzialità forse più «attraente» dei sistemi GIS: quella di far interagire dati di origine diversa per produrre nuove informazioni. In questo caso la diversità riguarda non solo le scale di rappresentazione dei dati, ma anche più in generale le metodologie di acquisizione: analisi stratigrafica per i dati di scavo e ricognizione per i dati di superficie.

L'applicazione realizzata nell'ambito dello studio dell'insediamento arcaico di S. Vito (v. Semeraro, 1999) risponde all'esigenza di integrare i risultati dell'analisi *intra-site* all'interno dello stesso ambiente in cui vengono analizzati i dati di scavo, vale a dire il nucleo *standard* del sistema ODOS. Si tratta di far interagire concretamente il livello territoriale al quale si riferisce l'analisi di superficie, con quello di dettaglio rappresentato dallo scavo.

A livello territoriale sono stati acquisiti e georeferenziati vari documenti: l'aerofotogrammetria vettorializzata, utilizzata come base per il DEM, le mappe catastali (1: 2000), impiegate per il posizionamento dei dati da ricognizione, e la foto aerea. I rilievi dello scavo, essendo anch'essi georeferenziati, sono sovrapponibili ad ognuno di questi documenti (fig. 11).

Per quanto riguarda i dati alfanumerici, si è utilizzata ancora una volta la possibilità di collegare il modulo GIS a più *database*. I dati descrittivi della ricognizione sono, infatti, stati inseriti in un *database* relazionale, nel quale sono confluiti i due modelli di scheda utilizzati sul campo: una scheda di particella catastale e una di Unità topografica. Sulle mappe catastali sono stati posizionati non solo i vari elementi identificati durante la ricognizione (aree di concentrazioni di materiali, singoli oggetti) ma anche i risultati delle elaborazioni statistiche effettuate a partire dalle osservazioni fatte sul terreno (linee di densità): essi corrispondono a temi diversi del GIS. Integrando i dati con quelli dello scavo è possibile produrre in tempo reale elaborazioni cartografiche finalizzate allo studio dell'insediamento nelle varie fasi: la fig. 12 mostra la dispersione spaziale dei materiali riferibili all'età del Ferro, epoca a cui risale la prima occupazione della collina.

L'elemento che accomuna le esperienze realizzate nel Laboratorio di Informatica per l'Archeologia è costituito dalla costante attenzione riservata al problema della formalizzazione (modello di organizzazione) dei dati: da questo dipende la preferenza accordata alla realizzazione di *database* relazionali specifici, calibrati sulle singole situazioni della ricerca (v. § 2.3 e § 2.5). La costruzione di un *database* impone infatti una fase di progettazione

(analisi dei requisiti, analisi concettuale) che comporta una verifica costante degli obiettivi della ricerca e dei metodi adottati per conseguirli, innescando un meccanismo virtuoso di scambio fra le due discipline, informatica ed archeologia, coinvolte a livelli diversi ma non separabili.

In questo percorso verso la realizzazione puramente tecnica della applicazione si crea lo spazio in cui, da sempre, si confrontano professionalità (e atteggiamenti mentali) diverse come quelle degli informatici e degli archeologi.

G.S.

BIBLIOGRAFIA

- ACT 1998. *Confini e frontiere*. Atti del XXXVII Convegno Internazionale di Studi sulla Magna Grecia (Taranto 1997). Taranto.
- ACT 2001. *Problemi della chora coloniale*. Atti del XL Convegno Internazionale di Studi sulla Magna Grecia (Taranto 2000). Taranto.
- BARRA BAGNASCO M., 1997 (ed.). *Pomarico Vecchio I*, Galatina.
- BINTLIFF J., 1997. *Regional survey, Demography, and the rise of Complex Societies in the Ancient Aegean: Core - Periphery, Neo-Malthusian, and others interpretative models*. *Journal of Field Archaeology*, no. 24, 1: 1-36.
- BURGERS G.-J. L.M., 1998. *Constructing Messapian Landscapes*. Amsterdam.
- CAGIANO DE AZEVEDO *et al.*, 1964... *Missione archeologica a Malta. Rapporto preliminare della campagna 1963....*, Roma 1964....
- Carta di utilizzazione del suolo d'Italia, scala 1:200.000, f. 17*. Consiglio Nazionale delle Ricerche-Touring Club Italiano, Milano 1959.
- CIASCA A., ROSSIGNANI M.P., 2000. *Scavi e ricerche della Missione Archeologica Italiana a Malta*. *Malta Archaeological Revue*, 4: 51-67.
- COLAMONICO C., 1959. *Memoria illustrativa della carta di Utilizzazione del Suolo della Puglia (fogli 15, 17, 18 della Carta di utilizzazione del suolo d'Italia)*. Consiglio Nazionale delle Ricerche-Touring Club Italiano, Roma.
- D'ANDRIA F. (a cura di), 1987. *Informatica ed Archeologia Classica*. Atti del Convegno di Lecce (12-13 maggio 1986). Galatina.
- D'ANDRIA F. (a cura di), 1997. *Metodologie di catalogazione dei dati archeologici*. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Università di Lecce (BACT, Quaderno n. 1.1). Bari-Lecce.

- D'ANDRIA F., 1999. *Ricerche recenti sugli insediamenti indigeni in Puglia e Basilicata*. In: S. QUILICI GIGLI (a cura di), *La forma della città e del territorio*. Atti dell'Incontro di Studio (S. Maria di Capua Vetere, 27-28 novembre 1998). Roma: 103-118.
- D'ANDRIA F., 2001. *Hierapolis of Phrygia: its evolution in Hellenistic and Roman times*. In: D. PARRISH (ed.), *Urbanism in Asia Minor*. Journal of Roman Studies, Supplementary Series, no. 45: 96-115.
- D'ANDRIA F., 2002. *Hierapolis antik kenti 2000 yılı kazı ve onarım çalışmaları*. 23° Kazı Sonuçları Toplantısı, 1.Cilt (28 Mayıs-01 Haziran 2001). Ankara.
- D'ANDRIA F., SEMERARO G., 1993. *Un sistema integrato per la gestione della cartografia e dei dati di scavo*. Archeologia e Calcolatori, 4: 161-180.
- FIORENTINI G., 1999. *Necropoli dei centri indigeni della valle del Platani: organizzazione, tipologia, aspetti rituali*. In: *Magna Grecia e Sicilia. Stato degli studi e prospettive di ricerca*. Atti dell'Incontro di Studi (Messina 1996). Catanzaro: 195-201.
- GAFFNEY V., STANČIĆ Z., 1991. *GIS approaches to regional analysis: a case study of the island of Hvar*. Ljubljana.
- GAFFNEY V., STANČIĆ Z., 1999. *GIS-based analysis of the population trends on the island of Brač in central Dalmatia*. In: M. GILLINGS, D. MATTINGLY, J. VAN DALEN, *Geographical Information Systems and Landscape Archaeology*. Oxford: 85-94.
- GARDIN J.-CL., 1991. *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Paris.
- GILLINGS M., MATTINGLY D., VAN DALEN J., 1999. *Geographical Information Systems and Landscape Archaeology*. Oxford.
- GINOUVÈS R., 1971. *Archéographie, archéométrie, archéologie. Pour une informatique de l'archéologie gréco-romaine*. Revue archéologique: 93-126.
- GRECO E. (ed.), 1999. *La città greca antica. Istituzioni, società e forme urbane*. Roma.
- GUALANDI M.L., RICCI A., ALOIA N., 1987. *L'archeologia sul campo: la realizzazione di un prototipo per la computerizzazione dei dati*. In: F. D'ANDRIA (a cura di), *Informatica ed Archeologia Classica*. Atti del Convegno di Lecce (12-13 maggio 1986). Galatina: 139-150.
- GUALTIERI M., 1987. *Fortifications and settlement organisation: an example from pre-roman Italy*. World Archaeology, 19: 30-46.
- GUERMANDI M.P., 1990. *ALADINO: verso un sistema computerizzato per lo studio e l'analisi dei dati archeologici*. Archeologia e Calcolatori, 1: 263-294.
- GUERMANDI M.P., 1993. *Gli archeologi classici di fronte al computer: l'esempio di Francia e Italia*. In: *Les archéologues et l'archéologie*. Colloque de Bourg-en-Bresse (25-27 septembre 1992). Caesarodunum, XXVII. Tours: 252-270.

- ITZCOVICH O., 1999. *Modelli in storiografia*. In: *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 novembre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 27-44.
- MOSCATI P. (ed.), 1998. *Methodological Trends and Future Perspectives in the Applications of GIS in Archaeology*. *Archeologia e Calcolatori*, 9.
- NEVETT L., 1998. Recensione a F. D'Andria, K. Mannino (eds.), *Ricerche sulla casa in Magna Grecia e Sicilia*, Galatina 1996. *American Journal of Archaeology*, 102: 636-637.
- SEMERARO G., 1997a. 'Εν νηυσί. *Ceramica e società nel Salento arcaico* (BACT, 2). Bari-Lecce.
- SEMERARO G., 1997b. *Il sistema per la gestione dei dati archeologici. Aspetti metodologici*. In: F. D'ANDRIA (a cura di), 1997. *Metodologie di catalogazione dei dati archeologici* (BACT, Quaderno n. 1.1). Consiglio Nazionale delle Ricerche - Università di Lecce, Bari-Lecce: 33-56.
- SEMERARO G., 1999. *S. Vito dei Normanni (Brindisi), località Castello*. *Taras*, XIX, 1: 60-63.
- SEMERARO G., MANGIA C., 1987. *Progetto BDAR: Gestione di dati archeologici ed elaborazioni statistiche. L'esperienza di Otranto*. In: F. D'ANDRIA (a cura di), *Informatica ed Archeologia Classica*. Atti del Convegno di Lecce (12-13 maggio 1986). Galatina: 239-261.

GIOVANNI AZZENA*

MODELLI CONOSCITIVI E ORGANIZZAZIONE DEI DATI
NELL'ANALISI DELL'ASSETTO URBANO E TERRITORIALE
IN ETÀ ROMANA

ABSTRACT. – *Cognitive models and data setting in urban and field pattern analysis in Roman time.* – The paper deals with the many contributions that «models» can offer to archaeological research from a methodological point of view, and in particular to topography. This wide variety certainly applies to the abundant thematic literature, but even more so to the various perspectives that research on «models» presents, due to the wide range of its meanings. Here we consider how some of them prove very different, yet still basic, for a topographical approach to archaeology.

RIASSUNTO. – Nel riconsiderare da un punto di vista metodologico il contributo dei «modelli» alla ricerca archeologica – in particolare alla ricerca archeologica di tipo topografico – si presentano molte alternative. Questo non tanto per merito della pur ricca letteratura tematica, quanto per le varie prospettive che si aprono quando si voglia intendere il termine «modello» in tutte le sue accezioni, visto che almeno alcune di queste recano un contributo distinto ma ugualmente fondamentale al nostro tipo di approccio all'archeologia.

Dalla sostanziale ambiguità del termine «modello», nella lingua italiana, emergono in sintesi due significati-base: l'idea di *rappresentazione*, in qualche modo semplificata, di una realtà complessa (la parte per il tutto) e quella di somma *esemplificazione* e, conseguentemente, di falsariga da imitare. Identica bipartizione si ravvisa quando si consideri da un lato l'accezione più comune di modello matematico, relativa all'uso dei modelli

* Sezione di Topografia Antica - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Via Palestro, 63 - 00185 ROMA.

nelle scienze empiriche, naturali, sociali, economiche ecc., laddove peculiari operazioni di detrazione o selezione dei caratteri di un sistema modellato, funzionali al passaggio concreto-astratto (o, meglio ancora, concreto-formale), si addicono al significato del modello come rappresentazione. Dall'altro lato, le definizioni più vicine all'ambito logico-matematico sembrano piuttosto orientate verso il contesto esemplificativo, visto che qui la rispondenza tra una data teoria e la sua modellizzazione si ottiene non già per detrazione ma semmai per aggiunta o riempimento, anche arbitrari, di tutti i buchi che la teoria deve necessariamente lasciare, sino alla creazione di una struttura esemplificativa conforme alla teoria stessa. Entrambi offrono al tema qui trattato interessanti spunti di riflessione.

L'archeologia, e quella del paesaggio in particolare, la topografia e l'urbanistica antica, l'archeologia contestuale e la ricerca di superficie, insomma quei settori dell'antichistica che si occupano delle cause e degli effetti della giustapposizione dell'attività umana sul territorio, devono molto, e da lungo tempo, al modello come *rappresentazione*. Nel ravvisare in una qualsiasi carta geografica il migliore esempio di «modello della realtà» e nella carta archeologica il contenitore ideale e il mezzo più naturale di approfondimento per le ricerche di topografia antica, dovremo convenire che questo prodotto delle nostre ricerche altro non è che un «modello della realtà archeologica». Il concetto, pur esageratamente assiomatico, non è poi così paradossale qualora si considerino, per esemplificare, quegli elaborati - detti comunemente «carte di fase» - che ogni archeologo esige o produce quasi impulsivamente, senza informatica, senza che il campione sia ancora significativo, senza curarsi del quando, del quanto e del come, spinto solo dal desiderio di vedere le sue intuizioni che si concretizzano, da spunti solo abbozzati, in una prima visione diacronica del comprensorio esaminato. Essi sono in primo luogo «modelli involontari» (o «intuitivi»), forse scientificamente pericolosi perché non formalizzati (così Itzcovich, 1999), ma certo perfettamente rapportabili a qualsiasi altra operazione che sia atta a selezionare elementi o a detrarre sostanza ad un sistema, per rappresentarne in tutto o in parte la realtà più complessa: *ergo*, a prescindere dal loro grado di finitezza e di attendibilità, a «modelli». Nel nostro caso il problema, come cercherò di puntualizzare meglio, è semmai legato proprio ai parametri di attendibilità, strettamente connessi alle modalità dell'acquisizione primaria dei dati.

Altrettanto ricco di spunti è il discorso sulla seconda accezione di modello: esemplificazione massima, idea ispiratrice, traccia da seguire. La topografia urbana, in effetti, così come lo studio dell'urbanistica e le conseguenti sintesi storico-urbanologiche, hanno tratto da questo tipo di impostazione modellistica uno straordinario impulso. Si pensi soltanto – per citare solo i «classici» – alla celebre opera di F. Castagnoli su Ippodamo di Mileto, alla cui figura di codificatore ultimo di regole e modi giunti, diciamo, a maturazione, è attribuito un ruolo di riferimento comune, di elaborazione di un modello appunto, per l'urbanistica di età classica e naturalmente, con la mediazione delle esperienze urbane magno-greche ed etrusche, di quella di età romana. Il successivo evolversi della metodologia topografica ha infine condotto ad un'importante meta: il superamento del vecchio e forzoso inquadramento per tipologie, a favore del concetto di «modello di città», grazie al quale è stato possibile giungere ad una più corretta lettura dell'evoluzione della città romana. Questo perché: «... privilegiare i modelli rispetto alle leggi vuol dire riconoscere l'importanza dei fattori pragmatici legati al contesto, a scapito del tentativo di ricostruzioni razionali mediante nozioni forti, non contestualizzate e quindi valide per tutte le discipline e per tutte le situazioni...» (Galavotti, 1999: 47). Nei fatti e senza che ne sia stato esposto un manifesto epistemologico, negli studi di topografia antica la necessità di leggere i dati oggettivi, quale ne sia l'origine, sempre in riferimento alla loro collocazione spaziale prima ancora che temporale (sarebbe a dire la chiave di volta della «archeologia contestuale») è sempre stato un sistematico presupposto. In una dimensione di «contesto» che però non è da intendere solo in senso topometrico ma che si propone di fornire una collocazione spaziale ben precisa non solo al dato in sé, ma anche all'insieme complesso di informazioni che ne è corollario, funzionalmente ad una spiegazione del come e perché la collocazione sia quella e non un'altra. Procedere dunque, nel caso specifico, all'esame di organismi urbani che possono essere sì ricondotti ad un modello programmatico ma per i quali l'individualità, concretizzata in quello che potremmo oggi chiamare il piano di attuazione, gioca un ruolo fondamentale. Ruolo che, alla fine, non può che essere definito mediante carte archeologiche, non pietrificate sull'ultimo assetto conoscibile dei centri antichi ma flessibilmente diacroniche. Ma soprattutto con ricerche il cui spettro non si limiti alla storia economica o politico-amministrativa, ma investa gli aspetti morfologici e soprattutto (ci si ritorna inevitabilmente) di contestualizzazione.

Se si volesse, anche in questo caso, estremizzare, si arriverebbe alla falsa conclusione che il fine ultimo di ogni buona ricerca di topografia è di risalire al modello originale (che i filologi chiamano antigrafo e che per noi si sposta dal campo figurativo a quello architettonico, dall'urbanistica all'insediamentalistica...) già conoscibile, almeno per le età storiche, attraverso le fonti e dunque solo da ratificare mediante la ricerca sul terreno. Ovvero che sia desumibile per confronto con ambiti noti, non necessariamente contemporanei, per i quali siano almeno comparabili (anche attraverso modellizzazioni del primo tipo) tipologia formale o funzionale di base. Ma la limpidezza logica dell'assunto si ferma qui: la verifica puntuale dei dati, attuata mediante il riscontro autoptico, ha sempre dimostrato non solo la facilità di errore derivante dalla meccanicità dei passaggi comparativi (specie se di ambito cronologico differente), ma anche la labilità di conclusioni interpretative che abbiano come oggetto la fenomenologia urbana o quella territoriale, sulle quali incidono fattori assai differenti, spesso non comparabili e, soprattutto, talvolta perfino ignoti all'analisi.

In un tempo ormai lontano, l'applicazione di modelli – di tipo geografico, economico, sociologico, statistico – possibilmente configurati in modo da essere onnicomprensivi nonché esportabili, con minime modifiche, su contesti lontani nel tempo e nello spazio, sembrò rappresentare uno dei cardini sui quali imperniare il definitivo riconoscimento degli strumenti propri dell'archeologia, nel momento cruciale del suo affermarsi come scienza con la S maiuscola e del suo affrancamento dalla storia. La reazione contraria fu immediata e commisurata alle caratteristiche della diffusione dei nuovi metodi, segnate dal dogmatismo tipico delle fasi iniziali di qualsiasi teoria innovatrice, e non mancò di originare la ben nota impostazione dialettica, quando non polemica, tra l'atteggiamento delle scuole «modellistiche» e quello delle scuole «a-modellistiche». Più in profondità si rischiava di provocare una frattura tra i metodi dell'archeologia computazionale e le teorie archeologiche, creando due mondi paralleli, di fatto non comunicanti. Un rischio che, dagli anni '80 in poi, almeno in Italia fu evitato proprio grazie al produttivo confronto dialettico tra scuole operative sul terreno, dal quale emersero, in vece di sterili contrapposizioni, interessanti spunti di convergenza. Da un lato si riconobbe almeno come comprensibile lo stordimento seguito alla applicazione sui contesti mediterranei, soprattutto se di epoca classica, dove ci si scontrava in prima istanza con una lunghissima tradizione di studi impostati sulle grandi emergenze monumentali molto

più che sui protagonisti ora portati alla ribalta, i cosiddetti indicatori «poveri» (le aree di spargimento di manufatti). Dall'altro si evidenziava come non altrettanto condivisibile, alla luce di decine di anni di ricerche applicate, il perno critico tradizionale, che vedeva questi inediti approcci assolutamente inadeguati in applicazione a forme di cultura complesse, dotate a loro volta di modelli propri, direttamente esplicitati dalle fonti o da esse facilmente desumibili. Perché non è la complessità della compagine sociale o del periodo storico esaminato a inficiare l'applicabilità del modello, ma la scarsa definizione del campo applicativo. Penso sia ragionevole rilevare al proposito come, mentre l'applicazione dei modelli a situazioni a noi contemporanee avviene sempre per settori omogenei (geo-morfologico, sociale, politico, amministrativo...), per il mondo antico la tendenza, magari involontaria, sia quella di lavorare su sistemi onnicomprensivi. È allora inevitabile che nel contesto analizzato si insinuino, come ospiti non invitati e soprattutto in modo del tutto casuale, aspetti allogeni al sistema – economici, geografici, culturali, ma soprattutto cronologici – i quali, naturalmente, entrano subito e in modo incontrollabile in conflitto tra loro.

L'insolubile problema delle imponderabili interazioni di fenomeni diversi da quelli inizialmente considerati rappresenta un nodo metodologico che si riverbera, nella pratica della ricerca, su un corrispondente quadro documentario. In questo interagiscono, si sovrappongono e sovente si confondono piani informativi anch'essi eterogenei, legati a rappresentazioni concrete di vestigia scomparse (con vere e proprie «stratigrafie» di carte storiche, documenti archivistici, iconografie), a testimonianze coeve degli elementi indagati (le fonti letterarie, epigrafiche, numismatiche) e, infine, alle ratifiche oggettive di scavi, ricognizioni e campagne di rilievo, magari iterate negli anni (se non nei secoli) e accavallate a stadi differenti, spesso difficilmente verificabili, di attendibilità scientifica. Perché, nella costruzione di modelli funzionali alla ricerca sui fenomeni insediamentali antichi, molto spesso può, anzi deve accadere che, anche in seno ad un lavoro altamente sistematizzato, parte dei dati utilizzati non sia di produzione diretta. Il campione analizzato è allora composito, cioè costituito dai dati acquisiti in modo, diciamo, ortodosso, mediante campagne di *survey* mirate e a loro volta preventivamente sistematizzate anche funzionalmente alla creazione del sistema modellabile e in altra parte da informazioni acquisite in modo indiretto, con l'utilizzazione di fonti riguardanti «in qualsiasi modo» l'assetto territoriale studiato. Appare evidente che, se per le epoche pre-sto-

riche le fonti esterne alla ricerca saranno limitate ai riferimenti bibliografici di ricerche coesistenti o precedenti, per le età storiche il panorama si estenderà alle fonti «coeve» nonché a tutti quei documenti che contribuiscono a «fotografare» situazioni precedenti l'attuale, sempre più vicine al periodo considerato. È bene ricordare che i dati «indiretti» non sono accessori ma che su di essi si basa, e si deve basare, una parte assai consistente della ricerca topografica.

Il vero problema è conferire, a ciascuna informazione e a tutte, una sistematicità che garantisca alla fase di acquisizione dei dati la formulazione univoca della quale ha bisogno, pena l'inconsistenza storica dell'interpretazione. In altre parole creare un modello organizzativo dei dati, che funga da garanzia interna e da sistema di confronto con ulteriori ricerche. Si potrebbe anche inferire che, nella partizione delle fasi della ricerca archeologica suggerita da F. Djindjian anche nel suo intervento al presente Congresso, la fase A (acquisizione), se trasposta su un contesto molto articolato e scarsamente omogeneo, finisce per rappresentare assai più delle altre lo snodo metodologico e il collo d'imbuto di tutti i problemi. Più esplicitamente: se la fase A è insufficiente, o male impostata, le successive fasi perdono progressivamente di valore e gli eventuali modelli interpretativi applicati non possono essere definiti semplicemente «deboli», ma assolutamente inconsistenti.

D'altra parte non è certo casuale il fatto che le tendenze operative (più che epistemologiche e solo in minima parte rispecchiate dal filone della c.d. archeologia post-processuale) da un certo momento in poi abbiano riservato una così diffusa attenzione ai modelli di acquisizione e di sistematizzazione dei dati piuttosto che a quelli interpretativi. Come non casuale è stato lo slittamento progressivo della discussione imperniata sull'archeologia di superficie dall'*oggetto* della ricerca (il fatto monumentale contro l'area di spargimento) alle sue *modalità* (la dichiarazione del metodo, dalla campionatura alla leggibilità, dall'intensità del *survey* all'omologazione nell'edizione dei dati). La fase di acquisizione è indistintamente considerata l'anello debole della catena, anche perché tutti quelli che fanno ricerca di superficie sono consci del fatto che, malgrado ogni sforzo di completezza ed esaustività, dovranno sempre continuare a basarsi sulla minima parte di una minima parte di una sempre ipotetica realtà esistente. Così, se in altri settori l'introduzione dell'informatica ha largamente contribuito, e talvolta è stata la *conditio sine qua non*, all'applicazione della

modellistica e dei metodi quantitativi in generale, per noi ha semmai rappresentato, almeno al principio, l'occasione per rendere operativi e sistematici dati conoscitivi non comparabili e talvolta talmente articolati da essere solo con molta fatica riconducibili ad un sistema. Abbiamo a questo proposito più volte ribadito (ad esempio in Azzena e Tascio, 1996) che, per quanto riguarda il Sistema Informativo Territoriale dedicato alla Carta Archeologica d'Italia – *Forma Italiae*, si deve parlare di modello organizzativo dei dati prima che di modello conoscitivo delle forme insediamentali, proprio perché riteniamo giusto continuare a considerare la precisione e la completezza del primo come uniche possibili fondamenta sulle quali impiantare il secondo, al quale può essere solo in tal modo assicurata verosimiglianza storica ed eventuale valenza predittiva.

È però vero che, proprio in questi ultimi anni, l'attenzione si sta nuovamente volgendo verso i modelli interpretativi: il fatto non è contestabile né criticabile, a condizione che la tendenza non sia monopolizzante e che le problematiche metodologiche relative alle delicate fasi dell'acquisizione e della organizzazione del dato non passino di nuovo in sottordine. Certo su questa propensione pesa l'irresistibile trazione dell'evoluzione tecnologica, oggi equamente tripartita tra i nuovi SW analizzatori di banche-dati grafiche, quelli di gestione delle immagini e, infine, dalle nuove possibilità offerte nel campo del trattamento delle informazioni alfanumeriche. Sia detto francamente: se è giusta e utile una progressione trainata della ricerca applicata, resta il rischio di una regressione metodologica. Si può al proposito ritornare a quanto già detto: con grande entusiasmo e con altrettanta concordia, si era arrivati a convenire che, all'atto della divulgazione dei risultati delle varie ricerche di archeologia di superficie, il settore descrittivo dovesse essere sempre differenziato da quello interpretativo, per consentire che i dati (con fasi di produzione ed organizzazione comunque chiaramente esplicitate) potessero essere utilizzati da altri, lontani nello spazio e soprattutto nel tempo, con strumenti di analisi diversi o rinnovati. Se lo slittamento, o il ritorno, su parametri di ricerca meno attenti alla fase di acquisizione dovesse oggi diffondersi come regola, si rischierebbe di mettere da parte una maturazione del metodo che è frutto quasi secolare di esperienze dirette sul terreno e che, dopo un ventennale contraddittorio tra le varie scuole su quale sia il sistema più trasparente per assicurare confrontabilità ai singoli lavori, ha permesso di stabilire alcuni indirizzi essenziali condivisibili e omologabili: se non una «ricerca modello» certamente un «modello»

di ricerca. In altre parole: si rischia di accantonare un patrimonio di esperienza pragmatica a favore di una più suggestiva (e certamente meno faticosa) fase unica di post-elaborazione assistita dal calcolatore.

Sono più confortanti in tal senso le indicazioni verso una strada che vede l'informatica e i GIS protagonisti ideali e, forse, finali di una ormai lunga storia di tentativi di integrazione di metodi differenti: un'integrazione che può permettersi, proprio in grazia della potenza degli strumenti di analisi, di far convivere allo stesso livello di pregnanza scientifica un approccio alla lettura del territorio quale quello da altri brillantemente definito «impressionistico», insieme all'utilizzazione ponderata e magari sperimentale (nel senso che si sperimentano differenti strumenti interpretativi) di tutti gli strumenti dell'archeologia computazionale. Senza che, né l'uno né gli altri, proiettino ombre inquietanti su ormai consolidati sistemi di validazione *a priori* dei dati.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE ⁽¹⁾

- AZZENA G., TASCIO M., 1996. *Il Sistema Informativo Territoriale per la Carta Archeologica d'Italia*. In: M.L. MARCHI, G. SABBATINI, *Venusia (IGM 187 I NO/NE) (Forma Italiae, 37)*. L.S. Olschki, Firenze: 281-297.
- GALAVOTTI M.C., 1999. *Leggi, modelli causali e manipolabilità*. In: *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 45-64.
- ITZCOVICH O., 1999. *Modelli in storiografia*. In: *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «Beniamino Segre», 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 27-44.

⁽¹⁾ Il presente contributo è solo una (troppo) lunga considerazione personale sul tema del Convegno; così, già per costruzione, non ha pretese di esaustività. A causa di questa soggettività l'apparato bibliografico non poteva che essere esiguo, limitato a tre funzionali citazioni in testo e al riferimento ad un'opera, peraltro notissima, di Ferdinando Castagnoli: *Ippodamo di Mileto e l'urbanistica a pianta ortogonale*, Roma 1956. Pur volendo limitare il mio intervento ad una sintetica esposizione del punto di vista di un indegno rappresentante della scuola romana di Topografia Antica, da sempre considerata molto pragmatica nonché, a torto o a ragione, a-modellistica, ho dovuto comunque abusare dei consigli di un matematico, Luigi Azzena, e di un politologo, Giorgio Fedel: due amici, uno dei quali è casualmente anche un cugino, ai quali sono davvero grato.

ANNE-MARIE GUIMIER-SORBETS *

RECHERCHE D'INFORMATION ET PUBLICATION EN ARCHÉOLOGIE: VERS DE NOUVEAUX MODÈLES ?

Comme nous y invitent les organisateurs de ce colloque, on peut se demander si l'utilisation des techniques d'information et de communication multimédia ont, à ce jour, suscité de nouveaux modèles pour la recherche d'information et la publication en Archéologie. Je tenterai de donner ici des éléments de réponse, mais il est nécessaire, en préambule, de préciser qu'il ne s'agira pas de modèles cognitifs, tout au plus d'une modélisation des pratiques d'édition et de recherche d'information, comme l'a fait récemment J. de la Vega (2000) pour la physique théorique, dans un ouvrage éclairant intitulé *La communication scientifique à l'épreuve de l'Internet : l'émergence d'un nouveau modèle*. Dans cet ouvrage, l'auteur montre comment la création d'archives de publications électroniques à Los Alamos est en train de bouleverser complètement le système des publications scientifiques jusqu'ici fondé sur les revues traditionnelles, et quelles en sont les conséquences sur les pratiques de la communauté des physiciens théoriques. Quel constat peut-on faire pour l'Archéologie?

Chacun peut le constater, les ressources d'information électroniques en archéologie se multiplient et, grâce à leur forme de communication multimédia, sont susceptibles d'une gamme d'utilisation de plus en plus étendue, auprès de publics de plus en plus diversifiés. Leur statut n'est pas toujours clair, ni leur rapport avec les produits d'information sur support papier. Quoi qu'il en soit, ces ressources électroniques ne se substituent pas aux publications traditionnelles, mais constituent de nouvelles sources de

* Université de Paris X - UMR 7041 - ArScAn Archéologies et Systèmes d'Information - (CNRS - Université de Paris I - Université de Paris X) - 21, Allée de l'Université - 92023 NANTERRE Cedex (Francia).

documentation potentielles qu'il faut pouvoir prendre en compte. Cette pratique est attestée dans la communauté archéologique, puisqu'en symétrie des références bibliographiques contenues dans les produits électroniques, on trouve des références de produits électroniques citées dans des publications de type traditionnel.

Il devient désormais difficile, pour un chercheur en archéologie, de ne pas tenir compte des ressources électroniques dans sa quête documentaire, mais il se trouve, de ce fait, confronté à une masse potentielle de documents numériques dont il ne connaît ni le nombre ni le volume, et dont il doit extraire les éléments – éventuellement multimédia – qui sont pertinents pour sa recherche.

Lorsque de façon progressive, quoique exponentielle depuis plusieurs décennies, le nombre des publications traditionnelles a cru, des dispositifs de validation scientifique, de stockage et de consultation des documents ont été mis en place, ainsi que des méthodes de référencement et d'analyse de contenu permettant leur repérage par les lecteurs potentiels, à partir d'outils de signalement, ou d'indexation de leur contenu.

Qu'en est-il aujourd'hui pour les ressources électroniques disponibles, qu'il s'agisse de produits d'édition *offline* (sur CD-Rom, par exemple, ou DVD-ROM) ou, surtout, de ressources disponibles sur Internet? L'abondance d'informations, qui peut paraître séduisante pour une consultation non professionnelle et peu finalisée, devient un handicap lorsque le chercheur doit trouver l'essentiel – pour ne pas parler d'exhaustivité – des informations pertinentes pour sa recherche.

1. *Pratiques de l'édition électronique.*

Quels sont les usages actuels de ces produits d'information? à quels besoins répondent-ils? quelles fonctionnalités exploitent-ils? Il faut distinguer ceux qui ne sont qu'une transposition d'un produit préexistant sur papier, de ceux qui n'existent qu'en format numérique et pour lequel ils ont été conçus; et il faut ajouter les produits numériques conçus en complément d'une publication papier. Je ne donnerai ici que quelques exemples de chacun, généralement pris en France, pour compléter les informations publiées régulièrement dans les tomes annuels de *Archeologia e Calcolatori* (Rome).

1.1. Documents transposés du support traditionnel.

Certains produits d'information numérique actuellement disponibles pour l'archéologie ne sont que la transposition électronique de documents traditionnels édités sur support papier ; ce sont, par exemple, les rapports de fouille mis en ligne sur le site web de l'Ecole Française d'Athènes¹ ; ce pourraient être des mémoires de thèse ou des travaux universitaires, comme on le pratique dans d'autres disciplines. En France, la mise en ligne de thèses ou de mémoires commence seulement après une série d'expérimentations : ainsi, une seule thèse d'archéologie est consultable, après autorisation de l'auteur, sur le site de l'Université Lyon 2, dans le cadre du projet *Cyberthèses* de l'Unesco. L'offre porte davantage sur les références et les sujets des thèses en cours, comme sur le site de la Société des Professeurs d'Histoire Ancienne de l'Université (SOPHAU) (<http://argentorum.u-strasbg.fr/sophau.html>). Aux Etats-Unis, les services de thèses en ligne existent à plus grande échelle et sont à la fois mieux fournis et payants. Le plus important est celui de l'UMI, *Proquest Digital Dissertations*, avec plus de 100000 thèses en texte intégral, dont 2526 titres disponibles en histoire ancienne avec accès gratuit à la référence et au résumé et commande en ligne donnant droit au téléchargement du document en format PDF.

Publiés en même temps sur Internet et sur support papier, ces documents gardent la même forme ; à l'origine, destinés à un public ciblé et très limité, ces documents de littérature grise sont ainsi ouverts à une consultation plus large, exploitant les fonctionnalités de diffusion rapide du réseau. Gardant la forme traditionnelle, ils sont alors moins destinés à être consultés à l'écran – sinon très partiellement – mais plutôt à être téléchargés sur un ordinateur personnel et imprimés pour une lecture de type traditionnel. Les coûts sont très faibles pour l'auteur-éditeur : la mise sur réseau du document à l'identique se fait facilement, les frais de stockage sont bas, les coûts d'impression sont déportés sur l'utilisateur (impression éventuelle en local). Pour cette catégorie de produits, la nouveauté réside donc moins dans l'édition que dans les modalités de diffusion.

¹ <http://www.efa.gr/frame/fsites.htm>. Les exemples illustrant cette communication ont été fournis par le groupe d'observation des ressources Internet, sous la responsabilité de V. Laniece, au sein de l'équipe « Archéologies et Systèmes d'Information » (composante de l'UMR 7041).

Dans d'autres cas, des documents, destinés à une publication traditionnelle, sont pré-publiés sur le réseau, dès leur rédaction. J. de la Vega emploie l'expression de « culture *preprint* » pour signaler que les physiciens théoriques ont l'habitude d'échanger les résultats de la recherche au stade des pré-tirages. Elle indique que cet échange, qui vise à raccourcir les délais de publication dans les revues jugés trop longs par tous, se fait au niveau des institutions, et qu'il est pris en charge par le laboratoire (de La Vega, 2000 : 72). A ma connaissance, lorsque les archéologues procèdent ainsi, c'est à l'initiative des individus, et s'ils utilisent le réseau, c'était jusqu'à présent par le courrier électronique qu'ils transmettaient le texte à un correspondant bien identifié, mais la pratique de le rendre public sur un site web vient d'apparaître dans *Achemenet.com*² évoqué ci-après. Ainsi, dans notre domaine, la pré-publication commence à peine et on ne confie pas au réseau de publications primaires – ou bien peu –, mais on trouve des comptes rendus critiques d'ouvrages, comme ceux de la *Bryn Mawr Classical Review*³.

Quand les revues traditionnelles créent leur site, elles y mettent au minimum le sommaire des numéros courants, parfois un index cumulatif, et plus rarement les textes des articles en mode image⁴. Ces services sont appelés à se généraliser, selon des modalités financières variables : ainsi, par exemple, l'*American Journal of Archaeology* a offert un accès gratuit aux articles de l'année 2000 pendant l'expérimentation, mais a finalement choisi un accès payant avec commande en ligne de l'article ou du numéro. A l'opposé, la diffusion de la lettre d'information *le Médiéviste et l'ordinateur* produite par un petit groupe de chercheurs reste gratuite⁵. Certaines revues envisagent d'ouvrir un accès à l'ensemble des articles de la collection : ainsi, par exemple, l'École Française d'Athènes étudie le projet de numériser les textes (articles et chroniques de fouille) parus au cours des 123 années que compte actuellement le *Bulletin de Correspondance hellénique (BCH)* (Iacovella, sous presse). On voit l'intérêt, pour la communauté scientifique, d'une recherche cumulative profitant de fonctionnalités de recherche étendues (Guimier-Sorbets, 1999a).

² <http://www.achemenet.com/ressources/souspresse/souspresse.htm>

³ <http://ccat.sas.upenn.edu/bmcr/>

⁴ Pour une étude des revues d'archéologie accessibles sur Internet, cf. Zaid (1999).

⁵ <http://www.ajaonline.org/>

1.2. Publications n'existant que sous une forme numérique.

Au contraire des produits précédents, certains documents n'existent que sous forme numérique et ont été conçus pour exploiter les technologies multimédia. Des réalisations se multiplient aujourd'hui en archéologie, consultables sur CD-Rom ou sur Internet. Les meilleurs exploitent au mieux les nouvelles formes de communication (son, images animées, images virtuelles, ...) assorties de fonctionnalités de navigation et de recherche pertinentes pour le public visé. Des travaux d'expérimentation sont faits pour l'archéologie depuis le début des années 90⁶. Depuis, les produits se multiplient, certains sont réussis – à la fois « efficaces » et agréables, éventuellement pédagogiques – lorsque la forme de représentation et les modes d'accès offerts sont en adéquation avec le propos de l'auteur et les besoins d'information de l'utilisateur (Guimier-Sorbets, 1999b). On a pu saluer la naissance d'une « écriture multimédia », correspondant à un type de récit différent du récit littéraire : les textes, en particulier, doivent être concis, rédigés dans un style direct plus facile à comprendre ; leur concision permet de les traduire à moindre coût, en anglais généralement, pour une diffusion réellement internationale.

Il faut toutefois remarquer que ces produits d'information archéologique sont aujourd'hui plus souvent destinés au grand public qu'aux spécialistes : ils coûtent cher à réaliser et leur mise en œuvre demande des compétences techniques que la plupart des archéologues n'ont pas. Ainsi, par exemple, on a recours aux techniques de la réalité virtuelle et de l'image de synthèse plus souvent pour des produits de conception ludique que pour tester des hypothèses de restitution scientifique, alors que ces techniques ont fait leurs preuves dans quelques cas financés par le mécénat industriel.

Parmi les quelques trop rares produits d'information multimédia destinés aux archéologues, citons *Gallia-Informations*, chroniques des fouilles en France publiées par le CNRS, qui a abandonné l'édition sur papier pour le support CD-Rom (le deuxième disque vient de paraître). Des produits documentaires de type classique, comme des bases de données référentielles ou des catalogues de bibliothèques spécialisées profitent du réseau pour

⁶ Arcelin et Richet (1990), article suivi d'un CD-Rom réalisé en 1997 à la demande du Ministère de la Culture : Arcelin (1997). Voir aussi Ross et Higgs (1993). Pour un rappel des travaux de notre équipe, cf. Guimier-Sorbets (sous presse).

ouvrir leur consultation via Internet⁷. Peu d'entre eux, toutefois, ont tenu compte des besoins des utilisateurs distants et ne sont que transpositions du catalogue initialement prévu pour la seule consultation en local. A défaut de mettre en ligne le texte numérisé des ouvrages et périodiques, certaines bibliothèques accrochent aux notices des images (page de titre, sommaire, résumé ...) permettant au lecteur potentiel distant de se faire une meilleure idée de l'ouvrage, et donc d'apprécier la nécessité de se déplacer pour le consulter. De nombreux sites web offrent des informations utiles aux chercheurs, ressources électroniques que des portails signalent de mieux en mieux, nous y reviendrons.

1.3. *Produits numériques venant en complément de publication sur support traditionnel.*

Une troisième catégorie de documents combine l'édition sur support traditionnel (papier) et sous forme numérique (*online* ou *offline*). Il est en effet possible alors d'exploiter une ou plusieurs fonctionnalités du numérique : tantôt il permet d'ajouter un catalogue présenté en une base de données que l'utilisateur pourra interroger de façon souple, et éventuellement compléter à sa guise⁸, tantôt le support numérique apporte des capacités de stockage et de consultation à faible coût d'une illustration en couleurs qui complète celle, limitée, de la publication imprimée sur papier : ainsi, par exemple, une étude récente des tombes hellénistiques d'Italie est illustrée à la fois de 61 planches en noir et blanc et de 106 photos en couleurs, stockées sur un CD-Rom encarté dans la couverture du volume (Steingraber, 2000). Et le format numérique permet de disposer de forme d'illustrations impossibles à restituer complètement sur le papier, comme les images animées et les maquettes réalisées en images 3D ou en images de synthèse, aisément manipulables pendant la consultation. Des données

⁷ Parmi beaucoup d'autres, on peut citer celle de l'Ecole Française d'Athènes : <http://www.efa.gr/frame/fbiblio.htm>

⁸ En complément des deux volumes de la publication traditionnelle, la « Base de données sur les sanctuaires romano-celtiques de Gaule » réalisée par Arcelin et Fauduet (1993) fournit un exemple déjà ancien de cet usage, malheureusement assez rare. A un coût très modéré, elle est diffusée, comme les deux volumes imprimés, par les Editions Errance (Paris).

disponibles sur le réseau sont faciles à mettre à jour par l'éditeur et leur emploi combiné avec une publication traditionnelle permet d'actualiser son contenu nécessairement figé à l'impression : ainsi procèdent, par exemple, certains éditeurs pour des encyclopédies générales. En archéologie, la composante du *Lexicon Iconographicum Mythologiae Classicae* (LIMC) située à Heidelberg avait utilisé cette fonctionnalité pour la bibliographie : elle avait édité un index cumulatif de l'ensemble de la bibliographie parue dans la collection et l'avait réactualisée pour la création du site ; cependant, depuis cette première étape, la mise à jour ne semble pas être assurée⁹.

Toutefois, dans l'exemple déjà ancien de la publication des sanctuaires gaulois, la base de données était proposée, à faible coût et indépendamment de l'ouvrage de synthèse, à ceux qui disposaient d'un ordinateur et du logiciel exploitant la base de données. Les possibilités de stockage offertes par le CD-Rom et ses successeurs permettent de diffuser en même temps les données et le logiciel indispensable. Ainsi, le CD-Rom qui accompagne la publication des tombes d'Italie est compris dans le volume, mais l'illustration qu'il contient ne remplace pas complètement celle des planches, pourtant de moins bonne qualité et moins abondante ; les éditeurs ont-ils pensé aux réfractaires à la consultation électronique ou aux lecteurs qui consulteront l'ouvrage dans quelques décennies, lorsque les données du CD-Rom ne seront plus utilisables ? Aux deux catégories de lecteurs sans doute, et c'est plus prudent ... Cette iconographie complémentaire de l'ouvrage – qui, selon le même principe, était parfois mise sur microfiches quelques années auparavant – pourrait désormais être stockée sur un serveur, maintenu par l'éditeur, comme cela se fait pour certaines revues, mais pas encore à ma connaissance en archéologie. Les serveurs mis en place sont davantage conçus dans la perspective du stockage des photothèques personnelles des chercheurs ou des enseignants et les applications sont développées sur des plates-formes Intranet : on peut signaler l'expérimentation de R. Vergniew au SIRA de la Maison de l'archéologie de Bordeaux, conçue pour permettre au chercheur de déposer sur le serveur ses images numériques dans des dossiers protégés, dont il définit lui-même la structure ; le chercheur peut ensuite les consulter à distance via une interface web, à partir de grilles d'images ou à partir d'une base de données qu'il aura lui-même remplie. Un système de même

⁹ <http://www.rzuser.uni-heidelberg.de/~m99/limc/index.html> (en allemand).

type a été mis en place à la Maison de l'Orient Méditerranéen-Jean Pouilloux, à Lyon, mais les ensembles de photographies offertes à la consultation de tous sont peu nombreux.

Dans une publication récente relative aux cornalines de l'Inde, V. Roux a, elle aussi, choisi d'associer un ouvrage de type traditionnel (558 p. et quelques figures au trait) et un CD-Rom (Roux, 2000). La nouveauté vient du fait qu'elle a utilisé les technologies multimédia pour présenter, non seulement la base de données et ses images, mais aussi les constructions scientifiques et les résultats de son étude, sous une forme destinée à une consultation rapide. Ce disque présente quatre corpus et autant de référentiels avec les règles d'interprétation des données archéologiques. Il est destiné à permettre aussi une évaluation rapide du bien-fondé de ces constructions et, par son contenu, il se veut instrument de référence et revendique une vocation didactique. En cela, il présente une mise en pratique particulièrement démonstrative des principes de publication prônés depuis déjà longtemps par J.-Cl. Gardin¹⁰. La réalisation du disque est due à Philippe Blasco, qui souhaite en faire le prototype d'une série : il est encore trop tôt pour affirmer qu'il réussira et que d'autres publications suivront, mais on peut d'ores et déjà signaler que les formes de représentation des données sont choisies avec pertinence (ainsi, l'image animée apporte évidemment beaucoup aux exposés sur les techniques de fabrication). Le format numérique permet la réalisation de ce type d'exposé, au contraire du discours « littéraire » traditionnel, plus approprié à d'autres aspects de la publication. Notons que, si le chercheur a choisi la combinaison des deux supports, aux raisons d'ergonomie s'ajoutent peut-être des raisons de stratégie éditoriale : la communauté scientifique et les instances d'évaluation prennent encore davantage en compte les publications traditionnelles que les documents électroniques.

2. Recherche d'information en Archéologie.

Dans leur principe, les outils de recherche sur le réseau restent ceux que l'on connaissait dans la documentation classique. Soit l'utilisateur va

¹⁰ Gardin (1991). Cet ouvrage rassemble, avec une synthèse, onze textes initialement publiés entre 1975 et 1990.

chercher l'information là où elle se trouve, en utilisant des « moteurs » de recherche, ou des « robots », ou encore des « agents intelligents »¹¹: ces désignations parfois synonymes correspondent à des fonctionnalités plus ou moins étendues, mais la base en reste la recherche indexée des ressources. Soit la source envoie des informations à l'utilisateur en fonction d'un profil qu'il aura prédéterminé en décrivant ses centres d'intérêt : ces techniques baptisées « push » sont les héritières directes des « DSI » (Diffusion Sélective de l'Information, sur profil) pratiquées dans les centres de documentation depuis plusieurs décennies.

L'indexation des documents multimédia pose des problèmes plus ou moins faciles à résoudre, à partir des « métadonnées » qui décrivent aussi bien la forme du document – et donc ses modalités de consultation – que son contenu, à partir de « mots-clés » qui ne portent plus ce nom, mais jouent le même rôle. On sait qu'une difficulté vient de la « granularité » de l'information, qui peut être dans un ensemble de « pages-écrans », ou seulement dans une image de l'une d'elles. Loin de prétendre que tout est résolu, il faut quand même se souvenir qu'on parlait – il n'y a pas si longtemps – des problèmes de finesse d'analyse pour les documents de forme traditionnelle et que les archéologues regrettaient déjà que l'illustration des ouvrages ne soit pas indexée, lorsqu'ils devaient feuilleter l'ensemble de l'ouvrage pour trouver éventuellement la reproduction de leur objet d'étude ...

Le phénomène Internet brouille tout de même un peu les pistes, et on peut faire deux remarques d'expérience et de bon sens : d'une part, si toute recherche sur le réseau apporte des informations, on n'est jamais sûr d'y trouver toute l'information pertinente pour sa recherche et pourtant disponible sur un site. Et c'est une différence importante avec le résultat obtenu par l'interrogation bien menée d'une base de données de type classique. Les problèmes bien connus de « bruit » et de « silence » sont tels, lorsqu'on consulte Internet, qu'ils sont difficilement mesurables – et qu'en conséquence on ne les pose plus. D'autre part, il reste plus que jamais nécessaire d'apprécier la valeur / validité de l'information en fonction de la

¹¹ Leloup (1997); Foenix-Riou (2001); Lardy (2001); Lefèvre (2000). Pour l'archéologie, cf. Béguin (1996), <http://barthes.ens.fr/atelier/articles/beguिन-nov-96.html>; Clist (1998).

confiance qu'on accorde à son auteur, et de la date de mise à jour des informations ... Rien de nouveau, une fois encore, mais là se situe le rôle tant éditorial que documentaire des institutions et des « référents ». Et les enseignants ont une responsabilité accrue lorsqu'ils apprennent aux étudiants le bon usage des informations accessibles par Internet : on constate tous les jours que l'édition traditionnelle – pour imparfaite qu'elle soit, et à cause de ses lourdeurs – offre une information généralement mieux contrôlée que celle que chacun peut facilement mettre en ligne sur le réseau, avec plus ou moins d'exigence scientifique.

3. *Vers de nouveaux modèles?*

Des modes de travail collaboratif – éventuellement à distance – sont en train de se mettre en place, grâce à des réseaux protégés qui permettent un partage d'informations limité à un groupe de chercheurs qu'il fédère. Ce groupe peut aussi choisir de s'ouvrir vers une communauté plus large et de publier sur le réseau à la fois des données (validées) qu'il produit lui-même et de fournir l'accès vers d'autres sources – qu'il valide de ce fait. Le site *Achemenet*, récemment créé sur Internet à l'initiative de Pierre Briant et soutenu par le Collège de France, en est un bon exemple¹². L'ouverture du site web a permis, de fait, d'officialiser un réseau qui préexistait de façon informelle entre des membres ayant en commun les recherches sur les Achéménides, à partir de textes de différentes provenances, des monnaies, des sites archéologiques, etc. Ces spécialistes, peu nombreux et géographiquement dispersés, se connaissent et ont besoin d'échanger des informations de façon rapide et régulière : ils avaient déjà un usage du réseau à travers le courrier électronique, et ont décidé de collaborer à ce site *Achemenet*, et d'ouvrir à une communauté plus large des ressources aussi diverses que des données pérennes et cumulatives comme des textes néo-babyloniens traduits, des notices sur du matériel et des sites archéologiques, une bibliographie critique analysant les publications au fur et à mesure de leur parution, des annonces d'actualité (conférences, colloques, expositions ...). Le site propose aussi des liens avec d'autres organismes. On retrouve des stratégies de publication combinée puisque la bibliographie accessible régulièrement par le réseau est également diffusée par un Bulletin sur

¹² Cf. P. BRIANT, « appel à collaborations », <http://www.achemenet.com/pdf/appel.pdf> (en français et en anglais).

support traditionnel, de même que les textes et leur traduction. L'objectif est d'ouvrir ces ressources issues des travaux des meilleurs spécialistes à une communauté de professionnels qui, sans être eux mêmes spécialistes des Achéménides, ont besoin d'accéder de façon sûre à ces acquis de la recherche récente. En outre, si tous les membres producteurs d'*Achemenet* jouissent individuellement d'une réputation internationale, c'est aussi un moyen, pour cette petite communauté pluridisciplinaire, de se faire connaître et de faire reconnaître la recherche sur les Achéménides en tant que champ historique à part entière. Seuls les sites soutenus par une institution et animés/alimentés par une équipe scientifiquement reconnue et en relation avec ses homologues internationaux présentent des garanties de valeur scientifique et de durée : c'est en cela qu'il est intéressant de suivre le développement et l'évolution d'*Achemenet*.

Lorsqu'on observe la situation actuelle dans notre discipline, on a l'impression que nous sommes au milieu du gué ! En effet, nous utilisons le support numérique, mais n'avons pas encore tiré les conséquences de cette pratique. Les possibilités techniques foisonnent et progressent toujours plus vite, offrant des fonctionnalités pour l'édition et la recherche d'information, qu'on imaginait mal il y a quelque temps. Les expérimentations en archéologie se multiplient elles aussi, et c'est heureux. Mais, au sortir de cette phase d'appropriation des outils, il va falloir opérer des choix. En effet, on sait que, plus les chercheurs produisent des documents et moins ils ont le temps de consulter – ne parlons pas de lire intégralement – celles de leurs collègues, et encore moins le temps de les rechercher. Or, faute de choisir un vecteur approprié aux objectifs, aujourd'hui, nous multiplions les versions des publications. C'est encore plus vrai pour la communication d'une institution. Une équipe de recherche, par exemple, est habituée à rendre un rapport sur papier de ses activités, elle y consacre tout naturellement le temps nécessaire. Si elle est rattachée au CNRS – et on peut supposer que cette obligation n'est pas un privilège des équipes françaises – la direction lui demande en outre de remplir la base de données centralisée (Labintel), selon des modalités d'une ergonomie parfois perfectible, base de données partiellement interrogeable par Internet. Depuis peu en Europe, cette même équipe se doit d'alimenter régulièrement son site web, celui de ses institutions de tutelle et souvent ceux de ses partenaires financeurs (le Ministère des Affaires étrangères, du Ministère de la Culture, de la région

où est situé le terrain de fouilles, etc.). « Ni tout à fait la même, ni tout à fait une autre », chaque nouvelle forme de communication s'ajoute tout naturellement aux préexistantes et, là encore, il n'est pas raisonnable de multiplier les produits d'information, sur tous les supports pour tous les publics, diffusés par tous les médias : le temps des chercheurs n'est pas extensible. On sait aussi que l'inflation des publications entraîne, de façon concomitante, leur dévalorisation : le développement de la micro-édition l'a déjà montré dans les années 80-90, et a renforcé la nécessité des comités de rédaction qui valident la qualité – et la nouveauté – des informations publiées. Les publications électroniques ne rempliront leur rôle scientifique que lorsqu'elles seront régulées par des comités de rédaction reconnus par la communauté des chercheurs : ce diagnostic qui a déjà été fait pour la physique théorique (de la Vega, 2000 : 231) et pour les sciences de l'information et de la communication (Bougnoux et Rasse, 2001) est évidemment valable aussi pour l'archéologie.

Si les stratégies de publication des chercheurs tiennent compte de considérations d'ordre divers (technique, économique, politique, institutionnel ...) qui peuvent les conduire à la multiplication des documents de divers types, les logiques institutionnelles orientent les organismes de recherche vers le contrôle de ces ressources d'information, qu'il s'agisse de les produire, mais aussi d'en assurer l'accès. Au moins depuis l'époque ptolémaïque et la Bibliothèque d'Alexandrie, on sait, d'une part, que la possession des sources d'information constitue un enjeu de pouvoir et de prestige, et, d'autre part, que l'accroissement de la masse des documents à consulter accroît la nécessité d'outils documentaires efficaces. Avec la dématérialisation – croissante – des documents, le pouvoir/prestige sera détenu moins par ceux qui posséderont les documents que par ceux qui disposeront/offriront des moyens d'accès efficaces, et donc sélectifs, à ces ressources numériques. Ainsi s'explique la part croissante que les institutions – ou les sociétés savantes – prennent dans la création, puis dans la maintenance, de sites web qui ne soient pas seulement des présentations statiques de leurs activités – on pourrait alors parler de simples « façades » – mais offrent de véritables « portails », c'est-à-dire ouvrent l'accès à des ressources informationnelles validées, à la fois pour leur valeur scientifique et pour leur valeur d'usage.

* * *

Pour expliquer l'émergence de nouveaux modèles dans la communication scientifique en physique théorique¹³, J. de la Vega montre que les changements se sont opérés pour des raisons liées aux caractéristiques même de cette communauté, pour qui l'échange scientifique est une tradition séculaire : ce milieu a une conscience aiguë d'une part de la compétitivité, d'autre part de l'obsolescence rapide des résultats de la recherche, ce qui l'a conduit à élaborer d'abord une communication écrite extrêmement rationalisée et contrainte, ensuite une communication originale, novatrice et efficace, marquée par une grande maîtrise des ressources informationnelles et technologiques (de La Vega, 2000 : 71-73). Sans porter de jugement de valeur, on voit ce qui distingue la communauté des physiciens de celles des archéologues.

Pour la recherche d'information comme pour la publication scientifique, on voit se dessiner des pratiques, vont-elles donner lieu à de nouveaux usages, à de nouveaux modèles dans la recherche en Archéologie? Le foisonnement actuel des possibilités et des expérimentations est très stimulant, mais des choix s'imposent – raisonnés sinon inconscients – car le temps de travail d'un chercheur reste constant, de même que ses capacités d'appropriation des connaissances transmises et de création de connaissances nouvelles. Il n'est pas question de supprimer les vecteurs traditionnels, mais de les enrichir avec les possibilités du support numérique, afin d'adapter les formes de publication, de diffusion et donc de recherche rétrospective, aux besoins de la communauté des archéologues, comme les physiciens ont su le faire. Sans même parler de « gain de productivité », il faut faire en sorte que ces flux sans cesse croissants d'informations multimédia, combinés de façon ergonomique et rationnelle aux documents traditionnels, constituent une véritable « valeur ajoutée » pour la recherche en archéologie. Les institutions de recherche doivent jouer leur rôle social en validant la qualité scientifique des publications

¹³ L'auteur envisage aussi les changements économiques induits par les nouvelles pratiques d'édition électronique. Il n'en sera pas question ici, mais, pour un résumé des différents économiques possibles et les références bibliographiques et électroniques associées, on consultera la lettre d'information « Actualités du droit de l'information (Association des professionnels de l'Information et de la documentation - ADBS, Paris) », 15, Juin 2001, pp. 1-2.

électroniques qu'elles offrent et de celles auxquelles elles donnent accès. Il restera ensuite aux institutions d'évaluation de la recherche à trouver un moyen fiable pour mesurer l'impact que ces publications électroniques auront dans l'avancée de la recherche internationale, mais nous n'en sommes pas encore là

BIBLIOGRAPHIE

- ARCELIN P., 1997. *La publication archéologique sur CD-Rom, exemples pratiques d'écriture électronique*. Ministère de la Culture, Paris.
- ARCELIN P., RICHET C., 1990. *L'édition scientifique en archéologie métropolitaine: un état de la question*. Les Nouvelles de l'Archéologie, 41 : 10-13.
- ARCELIN P., FAUDET I., 1993. *Base de données sur les sanctuaires romano-celtiques de Gaule*. Editions Errance, Paris.
- BÉGUIN D., 1996. *Les antiquisants face à l'informatique et aux réseaux*. Novembre, <http://barthes.ens.fr/atelier/articles/beguिन-nov-96.html>.
- BOUGNOUX D., RASSE P., 2001. *Les revues en SIC*. La lettre d'Inforcom, Société Française des sciences de l'Information et de la Communication, 59, Juin : 23-26.
- CLIST B., 1998. *L'archéologie sur Internet : les moteurs et guides recherche en archéologie sur Internet*. Les Nouvelles de l'Archéologie, 72, été :12-19.
- DE LA VEGA J., 2000. *La communication scientifique à l'épreuve de l'Internet : l'émergence d'un nouveau modèle*. Presses de l'ENSSIB, collection Référence, Lyon.
- FOENIX-RIOU B., 2001. *Recherche et veille sur le Web visible et invisible : agents intelligents, annuaires sélectifs, interfaces de grands serveurs, portails thématiques*. Paris.
- GARDIN J.-CL., 1991. *Le calcul et la raison: essais de formalisation du discours savant*. Paris.
- GUIMIER-SORBETS A.-M., 1999a. *Des bases de données à la publication électronique : une intégration des données et des outils de recherche*. *Archeologia e Calcolatori*, 10 : 101-115.
- GUIMIER-SORBETS A.-M., 1999b. *Les cédéroms d'art: pour quels publics et surtout pour quels usages?* *Multimédias en recherche*, Xoana, Images et Sciences sociales, 6-7 : 141-151.
- GUIMIER-SORBETS A.-M., sous presse. *Communication*. In : *Sémantique et Archéologie : aspects expérimentaux*. Colloque (Athènes, Ecole Française d'Athènes, Novembre 2000).
- IACOVELLA A., sous presse. *Communication*. In : *Sémantique et Archéologie : aspects expérimentaux*. Colloque (Athènes, Ecole Française d'Athènes, Novembre 2000).
- LARDY J. P., 2001. *Recherche d'information sur Internet: outils et méthodes*. 7e édition complétée et mise à jour en mai 2001, ADBS Editions, Paris.

- LEFÈVRE P., 2000. *La recherche d'informations, du texte intégral au thésaurus*. Hermès Science Europe, Paris.
- LELOUP C., 1997. *Moteurs d'indexation et de recherche, environnement client-serveur, Internet, Intranet*. Paris.
- ROSS S., HIGGS E., 1993. *Electronic information resources and historians: European Perspectives*. London.
- ROUX V. (sous la dir.), 2000. *Cornaline de l'Inde. Cornelian in India. Des pratiques techniques de Cambay aux techno-systèmes de l'Indus*. Paris.
- STEINGRÄBER ST., 2000. *Arpi, Apulien, Makedonien, Studien zur Unteritalischen Grabwesen in Hellenistischer Zeit*. Mayence.
- ZAID N., 1999. *La publication archéologique sur Internet*. Archéologia (Dijon), 352, janvier: 20-29.

AMILCARE BIETTI *

L' INTERPRETAZIONE DEL RECORD ARCHEOLOGICO :
PROBLEMI E LIMITI NELL'APPLICAZIONE DELLA STATISTICA
INFERENZIALE AI DATI

1. *Introduzione.*

I moderni elaboratori elettronici dispongono ormai di tutta una serie di programmi (o, meglio, di sistemi di programmi) per analisi statistiche anche molto sofisticate: qualsiasi *Personal Computer* oggi ha a disposizione nel suo *software*, data la notevole capienza di memoria di cui è dotato, *packages* statistici di qualsiasi genere, molto spesso derivati da applicazioni di ricerche biomediche, di sociologia o psicologia e così via.

Il problema, specialmente per gli archeologi, che, tradizionalmente, almeno in Italia, non hanno la preparazione scientifica necessaria per conoscere almeno i fondamenti basilari di probabilità e statistica, è che molto spesso le tecniche statistiche di analisi dei dati vengono effettuate, per così dire, «a scatola chiusa», e cioè senza conoscere in realtà le limitazioni e i vincoli richiesti dall'applicazione delle diverse tecniche: il programma «fa tutto da solo» e basta quindi aspettare i numeri (o i grafici) finali e utilizzarli come risultati definitivi.

Il caso più tipico, a cui mi voglio riferire in questo breve intervento, è quello dell'impiego delle tecniche della *Statistica Inferenziale*, dove si debbono effettuare stime quantitative tramite livelli probabilistici di confidenza (e quindi, in alternativa, di significanza) su *popolazioni* a partire da *campioni* tramite variabili statistiche come la media e la deviazione standard. Come vedremo tra breve, sono necessarie delle ipotesi piuttosto stringenti per effettuare queste stime, sia sulle distribuzioni delle popolazioni sia sulla at-

* Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Istituto di Paleontologia Umana - Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA.

tendibilità dei campioni, ipotesi che quasi sempre sono difficili da controllare per campioni archeologici, non fosse altro perché, visto che in genere si tratta di dati provenienti da scavi, rappresentano sostanzialmente *esperimenti non ripetibili*, quindi non direttamente omologabili a dati di ricerche biologiche o più caratteristici delle scienze sviluppate, come Fisica o Chimica. È chiaro quindi che molto spesso l'Archeologo che usa il *software* statistico non si rende conto di queste limitazioni insite sia nella natura dei dati che nell'applicabilità delle tecniche inferenziali, quasi sempre trattate allo stesso livello di quelle più semplicemente descrittive del confronto tra campioni.

Nel prossimo paragrafo illustrerò qualcuno di questi aspetti per problemi di statistica univariata, mentre in quello successivo farò qualche breve cenno a problemi di analisi multivariata.

2. – *Statistica univariata.*

In generale, sia la statistica descrittiva che quella inferenziale univariata si basano essenzialmente sulle due grandezze fondamentali, media e deviazione standard, nel caso di distribuzioni unimodali. Mi riferisco qui al caso di variabili *continue*, come ad esempio, lunghezze, larghezze, diametri di vasi, ecc.: per le variabili discrete, il caso univariato si presenta raramente.

È noto che nella statistica descrittiva, e, come esempio semplice, cito il caso delle distribuzioni di due campioni da confrontare tra di loro, la differenza o somiglianza tra le distribuzioni dei campioni si «stima» semplicemente calcolando le due medie e le deviazioni standard e valutando il grado di sovrapposizione (tramite l'area in comune) tra le due distribuzioni.

Se però ora si vuole inferire dai due campioni il livello quantitativo di probabilità che le popolazioni da cui derivano i due campioni siano la stessa o siano differenti, bisogna imporre, com'è noto, che i campioni esaminati siano *rappresentativi* delle popolazioni e cioè, in altre parole, che siano *random*, scelti a caso dalle popolazioni, in modo che uno possa utilizzare opportune distribuzioni campionarie (*sampling distributions* teoriche: normali, tramite il teorema del limite centrale, per dimensioni sufficienti dei campioni, o anche di altro genere, per piccoli campioni, come ad esempio la *T-Student's*) che diano i livelli quantitativi di probabilità richiesti.

Questi requisiti, che possono essere perfettamente ragionevoli per analisi statistiche in biologia o anche in test attitudinali, sono difficilmente

dimostrabili in Archeologia, a causa della non ripetibilità degli scavi archeologici, come si è già detto nell'Introduzione.

Nelle analisi statistiche delle scienze economiche, che presentano problemi simili per molti versi ai nostri, sono in uso da diversi anni tecniche di stima statistica derivate dalla cosiddetta «Analisi Esploratoria», basate essenzialmente sul confronto tra mediane e intervalli di decili e di percentili nelle distribuzioni: a parte qualche tentativo negli Stati Uniti negli anni '80, non mi risulta che queste tecniche abbiano avuto molto seguito nelle ricerche archeologiche.

Il problema principale delle analisi inferenziali tradizionali è che le deviazioni standard usate nella stima derivata dalla distribuzione campionaria sono notevolmente ridotte rispetto a quelle dei campioni: per distribuzioni campionarie normali, da una deviazione standard s si passa a $s/(N)^{1/2}$, dove N è la dimensione del campione (per la distribuzione T di *Student* si usa $N - 1$).

Come esempio, posso citare quello dei piccoli grattatoi su scheggia di Grotta Romanelli, nel Salento (Bietti e Bonato, in preparazione; Bietti, in corso di stampa), un giacimento del Paleolitico superiore finale datato tra 11000 e 10000 anni fa circa.

Oltre ai vari tipi di grattatoi su piccole schegge (dimensione massima 2.5 cm) si trovano diversi grattatoi *circolari* e cioè completamente ritoccati su tutto il bordo. L'inclinazione del fronte di questi grattatoi (in questo caso è una media dell'inclinazione lungo tutto il contorno) è sensibilmente più ripida (78.2°) rispetto a quella degli altri grattatoi (66.4°). L'interpretazione archeologica di questo fenomeno è che i circolari sono semplicemente il prodotto di una serie di ravvivamenti successivi degli altri grattatoi, prima di essere definitivamente scartati. Le deviazioni standard nei due casi sono però abbastanza grandi (10.1° e 10.8° rispettivamente), così che esiste una consistente area di sovrapposizione tra i due istogrammi, anche se, entro una deviazione standard di entrambe le distribuzioni, le due medie non coincidono.

L'inferenza sulle due popolazioni di grattatoi, tramite il T -test, dà invece addirittura una probabilità dello 0.025% che le due popolazioni siano uguali, e cioè del 99.975% che siano diverse. Nel caso di Grotta Romanelli, trattandosi dello stesso giacimento, è ragionevole supporre che i diversi tipi di grattatoi ritrovati siano effettivamente rappresentativi delle rispettive popolazioni e che quindi il risultato del T -test sia accettabile.

Inutile dire, naturalmente, che, se si confrontano dati provenienti da giacimenti diversi, l'applicabilità della statistica inferenziale si fa molto più problematica: la *randomness* dei campioni e la loro rappresentatività delle popolazioni è spesso questionabile, non fosse altro per la concreta possibilità di *biases* nel confronto dei campioni, dovuti, ad esempio a differenti funzioni dei siti.

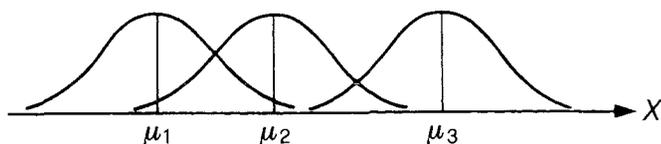


Fig. 1. – Il principio base dell'analisi della varianza (da: Cooley e Lohnes, 1971).

Cito qui solo brevemente, come esempio, un altro genere di difficoltà che s'incontra, sempre in statistica inferenziale, nel confronto di più di due campioni tramite l'analisi della varianza: il fatto che si deve supporre che le varianze delle popolazioni siano tutte uguali (v. fig. 1); ipotesi che mi sembra molto ardua da sostenere nel caso di popolazioni di oggetti archeologici.

In ogni caso, se posso esprimere una opinione personale, uno si sente spesso «rinfrancato» quando l'applicazione di tecniche inferenziali non produce altro che una conferma dell'ipotesi di zero, ad esempio nel caso del confronto tra due popolazioni.

3. – *Statistica multivariata.*

Iniziamo prima con alcuni esempi di statistica bivariata, che sono più facilmente comprensibili. Nella statistica descrittiva le classiche analisi di correlazione, rette di regressione, ecc. permettono di visualizzare rapidamente le caratteristiche delle distribuzioni delle variabili. Per ritornare al caso dei grattatoi circolari di Grotta Romanelli, ad esempio, la correlazione tra la dimensione massima tra lunghezza e larghezza e lo spessore, è molto buona: $r = .76$, in accordo con la standardizzazione ottenuta tramite ravvivamento continuo dell'intero margine di questi grattatoi. Se si vuole ottenere, tramite la distribuzione campionaria di r , un valore di probabilità per questa correlazione, si trova che la correlazione è significativa ad un valore di probabilità $< 5\%$, il che ci rassicura sull'attendibilità del valore semplicemente descrittivo ottenuto per il coefficiente di correlazione lineare. Bisogna

tuttavia osservare che questo ottimo livello di confidenza (più del 95%, come abbiamo visto), dipende sia dalla rappresentatività del campione, come si è già detto nel paragrafo precedente, che dall'alto numero di grattoi considerati (35), dato che p diminuisce al crescere di N .

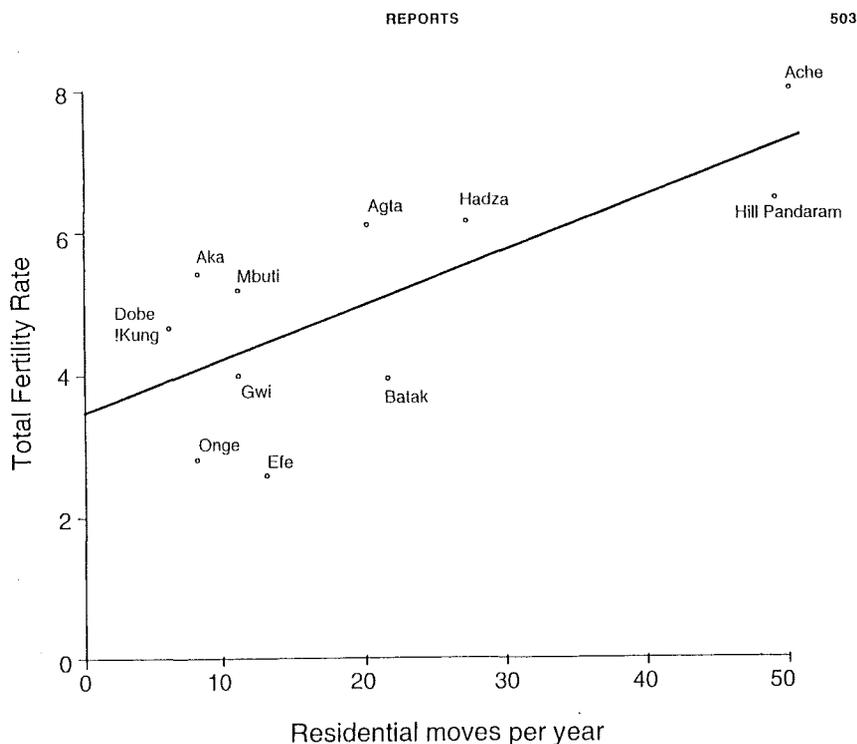


Fig. 2. – Scatterplot tra tasso di fertilità e mobilità residenziale annuale per alcuni gruppi di cacciatori-raccoglitori (da: Surovell, 2000).

Se infatti prendiamo un altro caso, riportato in un recente lavoro di T. Surovell (2000), che riguarda il popolamento del continente americano alla fine dell'ultimo glaciale, se uno cerca di stimare la correlazione, nell'ambito di alcuni gruppi di cacciatori-raccoglitori locali, tra il tasso di fertilità femminile e il numero annuale di spostamenti residenziali (fig. 2, fornita dall'Autore come possibile spiegazione della colonizzazione rapida delle Americhe a partire dall'estremità settentrionale), si trova un valore di .735 con una probabilità di significanza dell'1%. Se però non si considerano i due

gruppi umani all'estremità destra della fig. 2, la situazione cambia drasticamente: con $N = 9$ il coefficiente di correlazione cala a .412, mentre il livello di significanza diventa «insignificante» e cioè $p = .27$. È evidente che il numero limitato di gruppi umani considerato gioca un ruolo fondamentale sull'analisi inferenziale: la riduzione da 11 a 9 ha sensibilmente alterato sia la correlazione che la stima probabilistica.

Bisogna anche dire, da un punto di vista semplicemente descrittivo, che l'osservazione stessa della fig. 2 mostra che le due popolazioni estreme (gli Ache del Paraguay e i Hill Pandaram dell'Asia Sud-orientale) giocano un ruolo essenziale nella «canalizzazione» verso un coefficiente di correlazione alto, così che, tolti questi due punti «cardinali», tutta l'impalcatura crolla.

L'importanza di un esame preliminare degli *scatterplot* bidimensionali, prima di applicare «a scatola chiusa» le opzioni del *software* statistico a disposizione, si evince anche nel caso in cui uno cerchi di riconoscere *clusters* di punti, o, in altre parole, di cercare di riconoscere multimodalità in due dimensioni. In fig. 3 vediamo, ad esempio, lo *scatterplot* di una serie di brocche medioevali provenienti dal convento di S. Maria Antiqua nel Foro Romano (Marcelli e Pratesi, 1990). Il riconoscimento di tre tipi di brocche, diverse per diametro e per altezza, ma *tutte della stessa forma*, quasi fosse un servizio di bicchieri moderno, è immediato: è ovvio che qualsiasi analisi statistica inferenziale sul problema è priva di senso, perché, questa volta almeno, «i dati parlano da soli» (il problema, naturalmente, è che bisogna guardarli!).

Queste considerazioni valgono in particolar modo per i problemi a più di due dimensioni. Per la *stepwise linear discriminant analysis* non esistono particolari ipotesi: si tratta di un'analisi di correlazione parziale multipla, che ha dato ottimi risultati in svariati casi. L'unico problema è che, dato che si tratta di un processo di approssimazione successiva ricorrente, sarebbe bene che l'utente conoscesse un po' il metodo, prima di usare «a scatola chiusa» il *package* statistico: quindi, ad esempio, la compatibilità del numero dei passi del processo iterativo con il numero delle variabili, o la «soglia» che si sceglie per l'inizio e la fine del processo.

Per le analisi di modo «Q», le familiari *cluster analyses*, e specialmente nella versione più usuale dei dendrogrammi, nella quasi totalità dei casi si fa solo analisi descrittiva, o, per «tagliare» e isolare i *clusters* del dendrogramma, si usano regole euristiche o al massimo basate su un confronto tra

il valore del livello di similarità (o di distanza) e quello di una deviazione standard calcolata in base a distribuzioni teoriche (nel caso dei coefficienti di similarità su dati discreti si usa la binomiale).

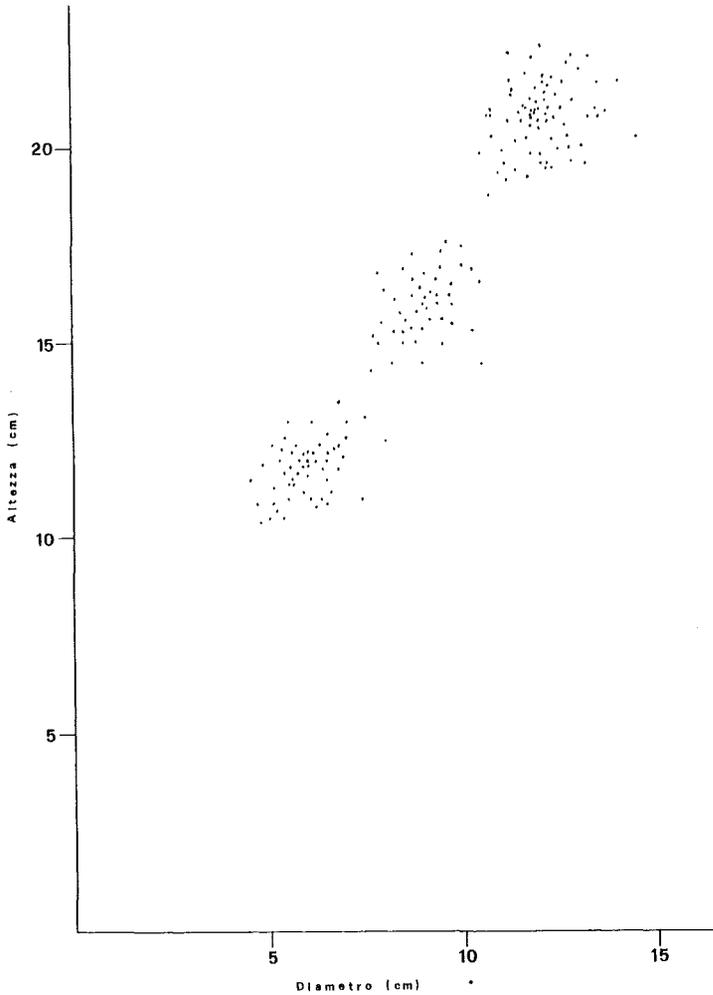


Fig. 3. - Scatterplot tra l'altezza ed il diametro di una serie di brocche medioevali del convento di S. Maria Antiqua (da: Marcelli e Pratesi, 1990).

Non è la sede adatta qui per descrivere la serie di tentativi fatti per quantificare in modo più serio la scelta dei *clusters* che debbono essere

isolati. Un eccellente lavoro di R. Whallon (1990) descrive molto bene le tecniche analitiche che possono essere usate a questo scopo, in particolare per problemi di tipologia.

Anche per analisi di modo «R», come ad esempio l'analisi delle componenti principali ed altre simili, l'approccio è sostanzialmente descrittivo. In fig. 4 vediamo uno *scatterplot* tra la prima e la seconda componente principale per un'analisi sulle industrie litiche dei giacimenti del Paleolitico superiore finale italiano (Epigravettiano) (Bietti e Burani, 1985). A parte la mancanza totale di strutture che si osserva ad occhio, isolare mediante tecniche inferenziali il piccolo insieme di giacimenti con la lettera G sulla destra dello *scatterplot* (siti o strati dello stesso sito dell'Epigravettiano finale del Veneto) non ha sostanzialmente senso.

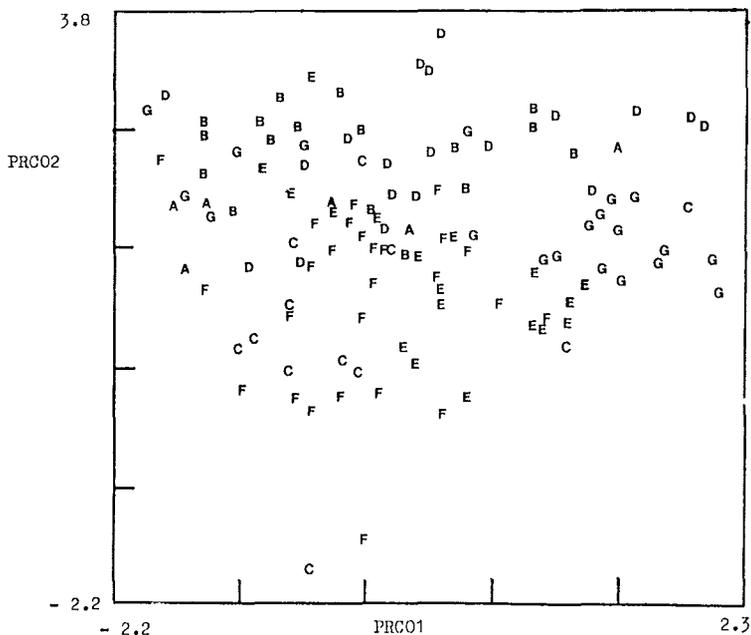


Fig. 4. - *Scatterplot* tra il primo e secondo asse principale per giacimenti Epigravettiani italiani (da: Bietti e Burani, 1985).

Passando ora ad una tecnica molto in uso recentemente, l'analisi delle corrispondenze, spesso le distinzioni tra classi di oggetti sono scelte in modo qualitativo: è questo il caso, ad esempio, di un'analisi di bifacciali

musteriani francesi (fig. 5), dovuta a F. Djindjian (v. ad es. Djindjian, 1991), dove si tenta una separazione tra ovalari, amigdaloidi, cordiformi, triangolari e subtriangolari. È chiaro dalla fig. 5, che, a parte casi estremi, come gli ovalari, ad esempio, vi sono estese zone di sovrapposizione (come era il caso della fig. 4), così che un'analisi inferenziale è priva di senso. Si possono anche tracciare dei rettangoli che rappresentano una deviazione standard secondo gli assi fattoriali dell'analisi delle corrispondenze. Un esempio è dato in fig. 6 per delle industrie su scheggia di un giacimento del Lazio (Grotta Breuil) per classi di attribuzione tecnologica, nell'esempio di fig. 6 da nuclei pseudoprismatici, unidirezionali e a piani incrociati. Anche qui si tratta naturalmente di espedienti classici della statistica descrittiva.

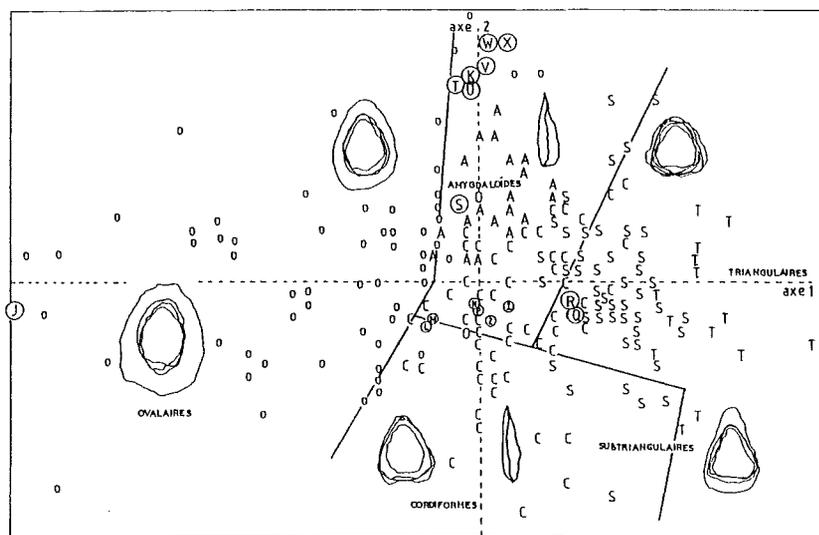


Fig. 5. – Scatterplot tra il primo e secondo asse fattoriale dell'analisi delle corrispondenze per bifacciali francesi (da: Djindjan, 1991).

I metodi della statistica inferenziale multivariata, come al solito, richiedono ipotesi abbastanza restrittive sulla campionatura e anche sulle popolazioni. L'Analisi Multivariata della Varianza (MANOVA), in analogia con l'analisi della varianza unidimensionale (ANOVA), richiede naturalmente che le dispersioni (l'analogo vettoriale dalla varianza) siano uguali, come si vede in fig. 7, che è l'estensione della fig. 1 (per semplicità visiva in due dimensioni).

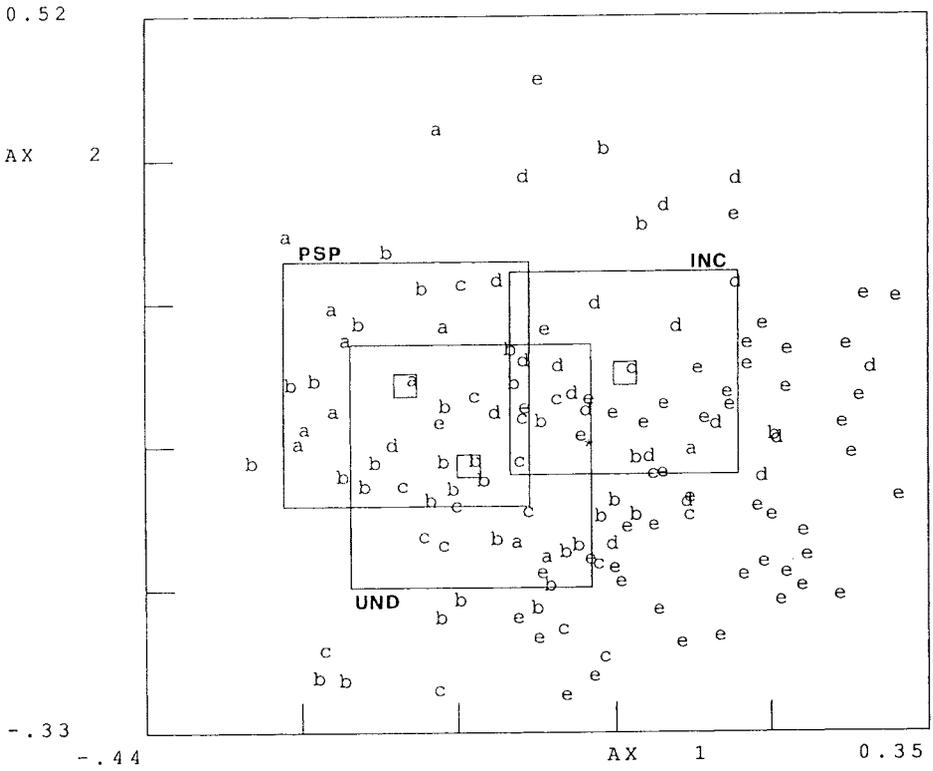


Fig. 6. - Scatterplot tra il primo ed il secondo asse fattoriale dell'analisi delle corrispondenze per l'industria su scheggia di Grotta Breuil (da: Bietti e Grimaldi, 1990).

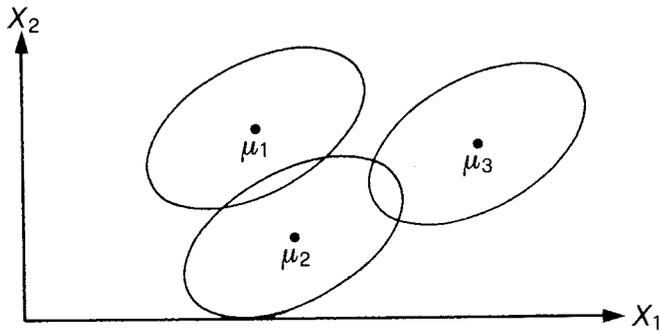


Fig. 7. - Il principio essenziale dell'Analisi multivariata della varianza (da: Cooley e Lohnes, 1971).

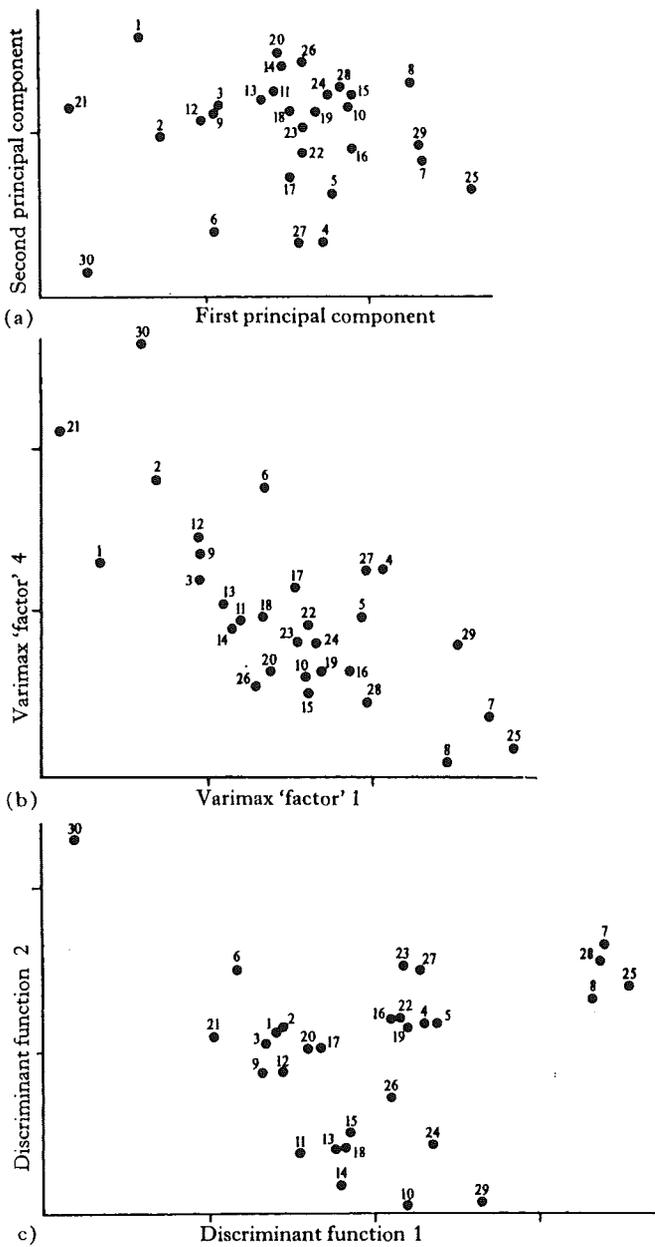


Fig. 8. - Scatterplots per il primo e secondo asse principale, il primo e il quarto asse fattoriale, la prima e la seconda funzione discriminante per un insieme di fibule di Münsingen, più una di Halstatt (n. 29) e una inglese (n. 7) (da: Doran e Hodson, 1975).

L'Analisi discriminante di Fisher si basa sulle stesse ipotesi, e consiste in una riduzione successiva di variabili tramite diagonalizzazione di matrici in sottospazi ortogonali via via ridotti dalla scelta degli autovalori principali. Questa tecnica è molto usata in biologia, e quindi è abbondantemente presente in tutti i *packages* statistici disponibili. Ma, come al solito, siamo sicuri della sua applicabilità ad un caso «eretico» come quello dell'Archeologia?

Il mio modesto parere è che questo tipo di tecniche inferenziali vada usato *dopo* una serie di analisi descrittive tradizionali, siano esse *cluster analyses*, analisi delle componenti principali o della corrispondenza. Se uno ottiene risultati compatibili con tutte le tecniche, l'analisi inferenziale vale quindi come *verifica* dei risultati ottenuti. E, come conclusione, voglio citare un classico esempio, quello illustrato da J. Doran e F. Hodson (1975) sulle fibule La Tène di Münsingen più una di Halstatt e una inglese, a scopi didattici. Come si vede dalla fig. 8, i risultati (con l'aggiunta dell'analisi dei fattori, variante dell'analisi delle componenti principali) sono compatibili, per cui uno può ragionevolmente concludere che i dati erano stati correttamente analizzati fin dall'inizio.

BIBLIOGRAFIA

- BIETTI A., in corso di stampa. *Caratteristiche tecnico-tipologiche del «Romanelliano» di Grotta Romanelli (Castro Marina, Lecce)*. In: *Atti del Convegno sul I Centenario della scoperta di Grotta Romanelli* (Castro Marina, ottobre 2000).
- BIETTI A., BURANI A., 1985. *The late Upper Paleolithic in continental Italy: old classifications, new data and new perspectives*. Papers in Italian Archaeology IV, B.A.R. Int. Series, 244: 7-27.
- BIETTI A., GRIMALDI S., 1990. *Patterns of Reduction Sequences at Grotta Breuil: Statistical Analyses and Comparisons of Archeological vs Experimental Data*. Quaternaria Nova, I: 379-406.
- COOLEY W., LOHNES P., 1971. *Multivariate Data Analysis*. Wiley.
- DJINDJIAN F., 1991. *Méthodes pour l'Archéologie*. Colin, Paris.
- DORAN J.E., HODSON F.R., 1975. *Mathematics and Computers in Archaeology*. Edinburgh University Press.
- MARCELLI M., PRATESI S., 1990. *Roma, S. Maria Antiqua: analisi di un nucleo di brocche medioevali provenienti dal riempimento di un pozzo*. Tesina della Scuola Nazionale di Archeologia, Università degli Studi di Roma «La Sapienza».

- SUROVELL T.A., 2000. *Early Paleoindian Women, Children, Mobility, and Fertility*. *American Antiquity*, 65: 493-508.
- WHALLON R., 1990. *Defining Structure in Clustering Dendrograms with Multilevel Clustering*. In: A. VOORRIPS, B.S. OTTAWAY (eds.), *Proc. of the V Int. Symposium of the U.I.S.P.P. IV Commission*. Polish Academy of Sciences, Warsaw: 1-13.

MARIA PIA GUERMANDI *

IL TRATTAMENTO DEL DATO ARCHEOLOGICO
IN INFORMATICA: DAI MODELLI ALLE MODALITÀ

ABSTRACT. – *Archaeological data management: from models to cognitive ways.* – The history of the relationship between Archaeology and Information Technology is by now multiannual. This connection has caused important outcomes also on the methodological point of view. In particular, as regards as data bases planning, the entity-relationship model has been the most successful model for DB design also in archaeological field. In the seventies and eighties data bases were the most popular and widespread application of computer technology to archaeology. *E-R model* has caused a real reflection on how we process our data, and on what kind of data we process. Entity-relationship model has proposed, for the first time, a data view unified and independent from physical implementation and it has fitted very well to requirements of archaeological research. E-R can be considered as a real model also for the archaeological research and one can affirm that it has considerably increased the normalization and standardization of archaeological data. Beginning from the end of '80 GIS application to archaeology became more and more popular: in the adoption of GIS technologies, however, the archaeologist must be aware of the problems connected with the specific nature of the spatial data (a cartography is always a simplification of the real world) and of their accuracy. In the last ten years communication networking and Internet above all, have assumed a central role in archaeological research. From the epistemological point of view, in this case, we can not speak about models but of different cognitives ways. Hypertextuality, interactivity and multimediality are transforming information technology from data management technologies to communication technologies: in very recent times we speak of «organization» technologies. Hypermediality is changing our cognitive ways: in effect these technologies involve not only and not more symbolic- textual level of cognition – the most usual and effective until now – but more and more frequently the perceptive-sensorial one.

* Regione Emilia -Romagna - Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali - Via Farini, 17 - 40124 BOLOGNA.

This evolution so quick and uncoordinated has been until now out of standardized and recognized methodology. Only in very recent times, some methodology has been proposed also in this field. In the paper the author illustrates, in short, one of these methodology: *W2000-Hypermedia Design Model*, defined by Politecnico di Milano as a framework to project complex multimedia applications in cultural field.

RIASSUNTO. – La storia, ormai pluridecennale, del rapporto archeologia-informatica non si esaurisce in quella delle numerosissime tipologie applicative del computer alla ricerca archeologica: il connubio fra le due discipline ha avuto conseguenze anche dal punto di vista metodologico. In questa direzione l'intervento, più che specifiche applicazioni archeologiche, prende ad esempio alcuni momenti dell'evoluzione della *computer science* per le loro implicazioni metodologiche in campo archeologico. Nel settore della progettazione di banche dati, in particolare, il modello relazionale derivato dalla teoria logico-matematica dell'informazione, oltre ad aver costituito un indubbio avanzamento per quanto riguarda l'IT nell'elaborazione dei modelli concettuali alla base della progettazione delle banche dati, può essere considerato come uno dei principali fattori di sviluppo di tale tipologia applicativa anche per quanto riguarda le discipline umanistiche e quindi anche l'archeologia. Il modello relazionale ha comportato o agevolato l'introduzione all'interno della disciplina archeologica di una serie di pratiche e strumenti metodologici per quanto riguarda, ad esempio, la normalizzazione dei dati e la standardizzazione del lessico. Altro passaggio cruciale nell'evoluzione del rapporto archeologia/informatica è rappresentato dall'avvento della multimedialità e delle *networking communications*. In questo caso dal punto di vista epistemologico non si può ancora parlare di modelli in senso proprio quanto di modalità. Tali vanno considerate, ad esempio, l'ipertestualità e l'interattività. E la multimedialità in quanto tale, poi, a sua volta può essere interpretata, dal punto di vista cognitivo, come una modalità il cui aspetto più appariscente risiede nel ribaltamento del rapporto tra livello simbolico-testuale e livello percettivo-sensoriale. In questo ambito dell'IT come spesso accade nei momenti di transizione, la fase di pura sperimentazione tecnologica ha preceduto la sistematizzazione teorico-metodologica. Solo ultimamente esigenze di definizione metodologica vanno trovando esplicitazione in alcune proposte. Nell'intervento viene delineata, sommariamente, una di queste: il *W2000-Hypermedia Design Model*, di recente elaborazione. L'HDM rappresenta però probabilmente, più che un nuovo modello, un tentativo di sistematizzazione, secondo le nuove modalità, di modelli precedenti dell'IT in un contesto rinnovato e arricchito.

Nell'introduzione ad uno degli ultimi volumi di atti dell'annuale conferenza internazionale *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*¹, Juan Barcelò e il suo gruppo di ricerca – organizzatori di questa manifestazione – esplicitano la loro posizione che vede nella *computer science* solo una tecnologia, un insieme di strumenti: «We think that today, computerized archaeology is only an heterogeneous domain of high-tech applications, without any real reflection on what kind of data we are processing, and why we should process those data, in that specific way. Methods, themselves, do not change the nature of archaeological research» (Barcelò *et al.*, 1999: 2). I computer sono quindi strumenti che facilitano la ricerca a vari livelli, ampliano le possibilità di ottenere risultati utili, ma l'IT con tutto il suo strumentario tecnologico, «it has also resulted useful for the people, who want what is new for the sake of having what is new (keeping themselves always up-to-date in the latest, instrumental fashion), disguising the lack of research with technical applications: changing something, in order to, actually, change nothing» (Barcelò *et al.*, 1999: 1). Non a caso quindi il titolo: «New Techniques for Old Times».

All'opposto rispetto a questa lettura del tutto riduttiva del ruolo dell'IT, vi sono invece coloro i quali considerano la *computer science* come rivoluzionaria per l'archeologia e le discipline umanistiche in generale, fino a rivendicarne addirittura «la natura eversiva sul piano epistemologico» (Panzeri, 1996: 12). Seppur prive di accenti messianici, confinate ormai agli entusiasmi un po' *naifs* della prima ora, ma molto più articolate rispetto a quelle di Barcelò sono anche le posizioni espresse dal gruppo di ricercatori riunito attorno ad *Archeologia e Calcolatori* che, pur nella diversificazione delle impostazioni, in questi anni ha cercato di sondare proprio come questo rapporto abbia mutato o possa mutare le pratiche della nostra disciplina per lo meno a livello metodologico e comunque come l'uso dell'IT non sia affatto neutro rispetto ai risultati dell'indagine così come del resto nessuno strumento – anche molto meno invasivo – è mai nei confronti della ricerca scientifica, come viene ormai da tempo riconosciuto dagli epistemologi a proposito delle scienze «esatte». Anne-Marie Guimier-Sorbets (1999: 114) ribadiva recentemente che «les méthodes employées sont à la fois la cause et l'effet de nouvelles problématiques de recherche».

L'assunto di partenza di questo intervento è dunque che lo sviluppo tecnologico abbia influenzato la storia delle applicazioni archeologiche

¹ Si allude all'edizione del 1998 svoltasi a Barcellona dal 24 al 28 marzo.

all'informatica, a partire dall'atteggiamento mentale dei ricercatori stessi. Piuttosto è da rilevare come il percorso metodologico ci abbia visti più spesso al seguito dell'evoluzione informatica e non certo in funzione di traino. Nonostante le reiterate affermazioni ed esortazioni ad una supremazia del momento teorico storico-umanistico rispetto a quello informatico, dobbiamo ammettere che la nostra disciplina si è spesso adeguata agli sviluppi della *computer science* piuttosto che il contrario. Questo dipende innanzi tutto da carenze che ancora persistono a livello del nostro *corpus* teorico e che l'impatto con l'IT ha in qualche modo esaltato, o meglio esplicitato in modo più netto.

L'adozione del computer implica, comunque, una scelta di organizzazione della varietà: ciò comporta l'adozione di nuovi modelli o almeno l'adattamento dei vecchi.

Non è un caso, del resto, che siano stati alcuni degli archeologi più innovativi e attivi nel campo della discussione teorico-metodologica ad occuparsi, alcuni decenni fa, di informatica e dei possibili utilizzi del computer nella ricerca archeologica.

Così David Clarke, nel famoso «blue Clarke» del 1968 (alludo alla prima edizione di *Analytical Archaeology*, uno dei testi chiave del movimento della *new archaeology* che mirava a ridefinire, a rifondare le basi teorico-metodologiche della nostra disciplina considerata appunto, dai *new archaeologists*, priva di presupposti epistemologici dichiarati in modo formale, esaustivo e privo di incongruenze, e mancante quindi di una sorta di ermeneutica dell'argomentazione: una disciplina «indisciplinata», per dirla con le parole di Clarke) definiva il computer non solo come uno strumento utile per mere funzioni di calcolo, ma anche per elaborazioni statistiche utili ai fini classificatori, per la tassonomia numerica, i *simulation studies* e in generale l'uso dei computers era definito, in prospettiva futura, come determinante anche nella fase di costruzione di modelli di sistemi archeologici e antropologici. Spettava all'archeologo – anzi al *new archaeologist* –, secondo Clarke (1968: 27), interpretare il rapporto archeologia-computer come bidirezionale e quindi «archaeology must reorganize, reorientate, remodel and resymbolize itself in order to more effectively communicate with the potential of the computer systems».

I progetti pionieristici degli anni '60 e '70 si fondavano su sistemi informatici in gran parte oscuri all'utente specialista della disciplina oggetto delle applicazioni e caratterizzati da un'interattività limitata. In generale,

comunque, negli anni '70, parlare di applicazioni informatiche all'archeologia significava innanzi tutto riferirsi a banche dati ed elaborazioni statistiche.

Per quanto riguarda quest'ultimo settore non si può parlare tanto di specifici modelli elaborati nell'ambito dell'IT, quanto piuttosto di applicazione di modelli propri delle discipline statistico-matematiche, indipendentemente dal loro trattamento informatico. È vero del resto che in genere i modelli di riferimento nel campo dell'IT derivano dalla teoria logico-matematica dell'informazione che rappresenta quindi il presupposto implicito della tecnologia informatica. La teoria dell'informazione consente di costruire diversi tipi di modelli cioè di metodi di analisi dei fenomeni e dei relativi formalismi utilizzati per rappresentarli, modelli che si differenziano fra loro soprattutto per il diverso livello di astrazione.

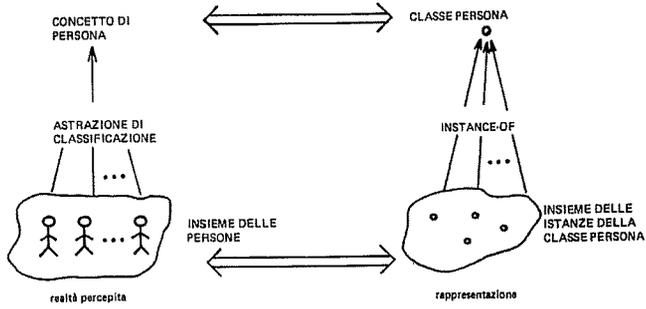
Anche per quanto riguarda le banche dati, il modello di maggiore successo – quello relazionale – può esserne considerato una derivazione: proprio tale modello ha avuto notevoli ricadute, dal punto di vista metodologico, in archeologia.

Ad un livello più generale, dal documento, ormai storico, prodotto nel 1975 dal gruppo di lavoro ANSI-SPARC (di cui facevano parte membri delle principali società americane di HW e SW, rappresentanti del mondo accademico e alcuni grandi utenti) la progettazione di un sistema informativo-informatico (e in particolare di una banca dati) è standardizzata secondo una metodologia denominata architettura (*data base*) a 3 livelli, in cui all'analisi dei requisiti fanno seguito: progettazione concettuale - progettazione logica - progettazione fisica² (ANSI, 1978).

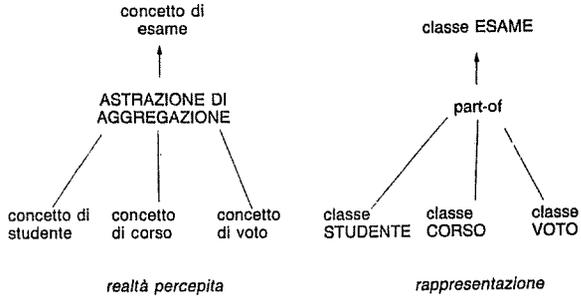
In questo schema, molto noto, il modello concettuale riflette le caratteristiche proprie dei dati del sistema senza alcun riferimento a quella che sarà la loro implementazione fisica: si tratta di una procedura che permette di giungere alla formulazione di un modello dei dati e che riguarda la traduzione dei requisiti in una descrizione formale (ovvero sia espressa attraverso un linguaggio non ambiguo, capace di rappresentare in modo esplicito l'ambiente analizzato), integrata (cioè riferita alla globalità dell'ambiente analizzato) e soprattutto indipendente dall'aspetto tecnologico.

Quest'ultimo elemento, se da un punto di vista informatico ha comportato un ampliamento considerevole delle caratteristiche di flessibilità

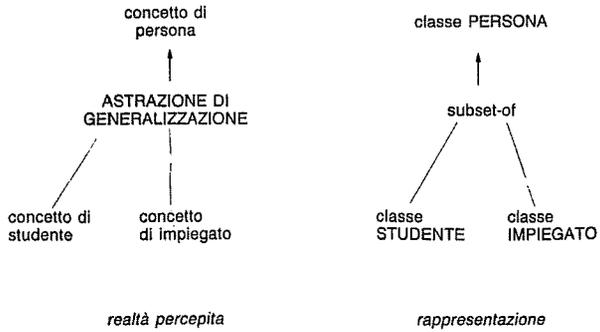
² Cfr. su questi temi e sull'*E-R model*, Batini *et al.* (1986, *passim*).



Astrazione di classificazione e corrispondenti oggetti nella rappresentazione



Astrazione di aggregazione e corrispondente rappresentazione



Astrazione di generalizzazione e corrispondente rappresentazione

Fig. 1.

e di esportabilità e quindi anche di durata di un modello concettuale, dal punto di vista che ci riguarda ha significato, prima di tutto, l'inserimento nel progetto di definizione del *data base* dell'archeologo con ruoli non di semplice utente/committente che va intervistato nella fase di analisi dei requisiti, ma con compiti di progettazione vera e propria.

La modellazione dei dati o progettazione concettuale in una banca dati è quindi un passaggio decisivo e dal punto di vista teorico e ingegneristico ha subito una svolta fondamentale con l'adozione del modello entità-relazione.

L'introduzione del modello relazionale dei dati sviluppato da Edgar Codd agli inizi degli anni '70 come applicazione dello schema teorico entità-relazione impostato da Chen (1976) ha indubbiamente apportato una migliore eleganza logica nella struttura dei *data base* e costituisce il tentativo di formalizzare un modello logico indipendentemente da influenze fisiche, comportando la necessità di una solida base teorica e l'introduzione di concetti precisi, oltre che di una terminologia nuova e univoca³. Il modello entità-relazione⁴ è uno dei più diffusi in informatica sia per la sua semplicità unita ad una ricchezza semantica, sia perché rappresenta una notevole evoluzione rispetto ai tradizionali modelli adottati nei DBMS, quali quello gerarchico e quello reticolare. Il concetto che è alla base di tutti i meccanismi di rappresentazione della realtà è l'astrazione, a sua volta suddivisibile nei concetti di classificazione, aggregazione e generalizzazione, anche se propriamente l'astrazione di generalizzazione può essere letta quale filiazione dell'astrazione di classificazione (Batini *et al.*, 1986: 27) (fig. 1). Tali concetti mirano all'identificazione di classi e di relazioni semantiche fra le classi e sono i meccanismi alla base delle strutture di classificazione – parliamo delle strutture simboliche del modello – che consentono appunto di rappresentare gli oggetti della realtà raggruppandoli in classi, sulla base di proprietà comuni⁵.

³ Nonostante il modello relazionale sia stato formalmente definito da E.F. Codd (1971) agli inizi degli anni '70, basandosi sulla nozione algebrica di relazione, esso è stato acquisito in maniera massiccia a livello di *software* solo molti anni più tardi.

⁴ Occorre ricordare che nel nostro contesto il termine «modello» è usato sia per indicare la rappresentazione di una certa realtà che per denotare un insieme di strutture simboliche utilizzate per descrivere la rappresentazione della realtà stessa.

⁵ Per scrupolo di chiarezza ricordiamo che le principali strutture di classificazione del modello ER sono:

Il modello definisce inoltre per ogni singolo attributo i così detti vincoli di integrità (es. intero, intervallo di valori), mentre sulle relazioni che vengono stabilite tra le varie entità possono essere imposti dei vincoli di cardinalità 1:1, 1: n ; n : m , ovvero delle restrizioni sul numero di istanze di una classe (entità, relazioni, attributi) che sono in corrispondenza con un'istanza di un'altra classe.

Il modello definisce inoltre gli operatori o le regole di inferenza per la manipolazione dei dati in ogni combinazione desiderata. Per quanto riguarda quest'ultima, in questo tipo di *data base*, essa avviene tramite operatori dell'algebra relazionale, operatori dell'insiemistica e quindi operatori non procedurali, non navigazionali (come accadeva nei precedenti *db*).

Il modello relazionale oltre che ad obiettivi di produttività, rispondeva all'esigenza di offrire un solido fondamento teorico (la teoria relazionale) per l'organizzazione e la gestione del *data base*. Esso presenta da questo punto di vista indubbi vantaggi: ad esempio consente di rappresentare in maniera esplicita le gerarchie di generalizzazione, al contrario, ad esempio, del modello gerarchico; i modelli gerarchico e reticolare non consentono la relazione n : m , ma soprattutto il modello entità relazione consente un'indipendenza logica dei dati, oltre che una loro indipendenza fisica: la struttura logica complessiva dei dati può essere modificata senza riscrivere i programmi applicativi. Infine, in realtà solo il modello relazionale può essere considerato tale: infatti fu definito e proposto prima di una sua implementazione, mentre gli altri possono essere considerati il risultato di un processo di astrazione di alcune tecniche.

-
- ENTITÀ: insieme di oggetti della realtà di cui si individuano proprietà comuni (ciascuno di questi oggetti avrà un corrispondente tra le possibili istanze della entità, ogni entità è quindi una classe ed è immediato notare che può essere definita mediante una astrazione di classificazione;
 - RELAZIONE: rappresenta un legame logico tra un numero qualunque di entità. È un legame logico tra i membri di due insiemi. Anche ogni relazione è una classe;
 - ATTRIBUTO/DOMINIO: un attributo è una proprietà della relazione o dell'entità; il dominio è la classe dei valori di una proprietà di entità o relazioni.

Mentre le fasi di progettazione attraverso cui si evolve il modello E-R sono sostanzialmente 3:

1. INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE ENTITÀ;
2. ANALISI DELLE RELAZIONI TRA ENTITÀ;
3. DEFINIZIONE DEGLI ATTRIBUTI.

Per quanto riguarda invece i limiti del modello relazionale, essi risiedono nel fatto che tale modello si adatta perfettamente solo a dati con una struttura regolare e omogenea e al fatto che i sistemi relazionali sono attualmente limitati a rappresentazioni logiche semplici e uniformi: semplificando potremmo affermare che il problema fondamentale dell'*E-R model* è che si tratta di un modello bidimensionale in cui la realtà è ridotta a righe e colonne.

Dal punto di vista archeologico, a livello più generale, come abbiamo detto, spostando il livello della progettazione su di un piano puramente logico-concettuale, il modello ha senza dubbio consentito all'archeologo di partecipare in veste di protagonista fin dalle prime fasi dell'elaborazione di una base dati, con un indubbio miglioramento dei risultati finali. Inoltre il vantaggio di avere un modello concettuale che, come l'*E-R model*, si esplicita attraverso un insieme di primitive molto semplici, consiste anche nell'utilizzare un linguaggio comune fra tutti coloro che partecipano al progetto, sia informatici sia archeologi.

Il processo di adattamento della realtà archeologica allo schema entità-relazione, pur con i compromessi derivati da applicativi software non strettamente conseguenti al modello, sottintendeva pur sempre la necessità dell'introduzione di concetti precisi derivati, come detto, dalla teoria relazionale, oltre che di una terminologia nuova e univoca. Le fasi 1 e 3 della progettazione tramite *E-R model* (cfr. n. 5), ovvero sia l'individuazione e classificazione delle entità, e la definizione degli attributi sono poi risultate sovrapponibili e compatibili, pur con qualche semplificazione, al processo classificatorio dei materiali e delle strutture archeologiche creando questa equivalenza semantica fra entità/oggetto-struttura e attributo/caratteristica. Invece il secondo momento di analisi delle relazioni fra le entità e ancor di più dell'identificazione dei vincoli di cardinalità ha contribuito ad esplicitare e standardizzare i rapporti fra gli oggetti archeologici, adattandosi perfettamente, ad esempio, alla descrizione delle stratigrafie archeologiche.

In generale, poi, la fase di progettazione delle banche dati (non solo nella versione relazionale) ha contribuito in maniera decisiva, almeno nelle realizzazioni migliori, oltre che ad una standardizzazione notevole del dato archeologico, in particolare ad una normalizzazione del lessico descrittivo.

Non sono comunque mancati i problemi e gli errori metodologici: le capacità di archiviazione e di espansione non solo quantitativa, pressoché illimitate di questi strumenti, non solo a livello *hardware*, ma anche come

disegno del *data-base* in quanto la struttura tabellare, al contrario di quella gerarchica ad albero, può procedere per aggiunte successive senza dover incidere sull'efficacia del modello complessivo (in pratica, cioè, si possono aggiungere entità ed attributi senza dover ridisegnare lo schema concettuale) ha favorito, in certi casi, un'ipertrofia documentaristica, non solo inutile ma decisamente dannosa, sia per quanto riguarda la gestione informatica di questi archivi, sia per il loro utilizzo ai fini più compiutamente di analisi. Anche e soprattutto gli errori possiedono comunque una valenza didattica: passati i primi entusiasmi si è compreso che anche quando una documentazione la più vasta possibile è grandemente auspicabile per il carattere distruttivo e di non ripetibilità dello scavo archeologico, non ha però senso informatizzare tutto ciò che si documenta. In questo senso, in fondo, questi tentativi ci hanno fatto acquisire una maggiore consapevolezza del fatto che la fase di analisi e interpretazione deve cominciare anche ed anzi è connaturata alla fase di impostazione del *data-base*: una corretta definizione in fase di progettazione concettuale è cruciale ai fini della riuscita del progetto di ricerca non solo dal punto di vista tecnologico-informatico. I DBMS nella loro versione relazionale hanno caratterizzato comunque le applicazioni più efficaci in ambiti caratterizzati da una metodologia di ricerca relativamente sedimentata e ampiamente condivisa (ad es. dati di scavo e banche dati di materiali già classificati, soprattutto ceramici e numismatici).

I problemi interni al modello relazionale, sopra ricordati, sono stati evidenziati anche nel trattamento dei nostri dati: alla notevole efficienza del modello si contrappongono alcuni caratteri di rigidità nella strutturazione dei dati (in particolare per attributi multivalore e strutturati: quando, ad esempio, si vogliono definire facies culturali e cronologie). Altro problema è rappresentato da una certa debolezza di interfaccia utente per la presentazione dei dati testuali.

Per questi elementi, in certi casi al posto dei DBMS per il trattamento dei dati caratterizzati da legami semantici e linguistici analiticamente discriminanti (ad es. le fonti storiche) sono stati utilizzati gli IRS caratterizzati, però, per converso, da consistenti limiti di controllo e intrinseche debolezze di computabilità per indagini di tipo statistico, anche

se recentemente lo sviluppo del *software* ha condotto a prodotti e soluzioni che sembrano mediare fra le caratteristiche di DBMS e IRS⁶.

Se tali modelli hanno contribuito ad individuare procedure teoriche che permettono di ricondurre le costruzioni formali delle rappresentazioni alle loro basi empiriche di conoscenza, come richiamato in precedenza, essi hanno altresì posto in luce le ormai ben note difficoltà di esplicitazione formale del sapere nel campo delle scienze umane, cioè il continuo ricorso a linguaggi connotativi più che denotativi che tendono a rispecchiare la natura intrinseca delle loro materie prime e del modo in cui esse vengono rappresentate attraverso il linguaggio naturale: i nostri sono oggetti semiofori per eccellenza, materiali della storia soggetti a continue ricontestualizzazioni sia concettuali sia fisiche, fatti polisemici in reciproca relazione multidimensionale. Il nodo centrale è quello della polisemia, carattere spesso difficile da conciliare con i linguaggi documentari tipici della *computer science*: da questi problemi derivano, ad esempio, le accuse di rigidità dello strumento informatico; per un umanista la «non ambiguità» non deve significare rinuncia alla polisemia.

L'arrivo dei G.I.S. e quindi dell'elaborazione di sistemi informativi territoriali, da questo punto di vista, sembra andare incontro a queste esigenze di trattamento della complessità, introducendo nell'elaborazione un'altra dimensione, non di poco conto, quella spaziale appunto. Questi sistemi appaiono però, almeno nelle loro applicazioni informatiche, ancora troppo *data base oriented* ovvero sia *data bases* in cui sostanzialmente la dimensione spaziale è un altro attributo dell'entità archeologica, nel senso che in molti progetti la cartografia ottenuta tramite l'applicazione di *software* GIS, sia in forma vettoriale che in forma raster, è intesa semplicemente come espansione della base dati⁷.

⁶ Non altrettanto successo ha invece ottenuto, almeno sino a questo momento, sia nel campo delle applicazioni archeologiche che più in generale in quello informatico l'introduzione del modello OODB: *Object Oriented Data Base*, salutato da alcuni quale un vero e proprio mutamento di paradigma, ma il termine appare del tutto improprio, che però non appare ancora in grado di soppiantare il modello relazionale; l'evoluzione tecnologica sta attualmente conducendo verso un'ibridazione dei due modelli. Cfr. su queste tematiche Ramsay (1992).

⁷ Di GIS come evoluzione delle basi dati parla apertamente François Djindjian (1998: 24) che definisce questi sistemi come *Archaeological Multimedia Information System* ovvero sia sistemi in grado di integrare tutti i tipi di applicazione grafica per la descrizione e analisi del dato archeologico.

Dal punto di vista metodologico del trattamento dei dati, l'uso dei GIS comporta, pur nelle indubbie potenzialità, numerosi rischi⁸. Al problema della normalizzazione dei dati che continua ad essere presente in quanto, come si sa, ogni entità geografica è accompagnata da una serie di attributi descrittivi, viene ad aggiungersi il problema della qualità del dato spaziale caratterizzato da attributi di georeferenziazione e topologici: il dato spaziale, per il solo fatto di dover riprodurre una realtà tridimensionale in una rappresentazione simbolica bidimensionale, contiene sempre un «errore» di cui occorre tener conto nell'analisi dei risultati.

Nella costruzione di un sistema informativo territoriale si vengono così a sovrapporre le selezioni e quindi le inevitabili «distorsioni» determinate sia dalla descrizione alfanumerica dei dati di interesse che dalla loro rappresentazione cartografica. Per di più quest'ultima viene ad essere inserita in uno spazio, quello cartografico, che è frutto di un'altra serie complessa di semplificazioni dello spazio fisico reale, e quindi frutto di un'operazione di modellizzazione oltre tutto compiuta quasi sempre da un altro ricercatore, secondo schemi, parametri ed obiettivi e, in buona sostanza, modelli di indagine diversi e spesso ignorati dall'archeologo.

I modelli di data base fin qui sommariamente delineati, con le famiglie di *sw* utilizzate (DBMS, OOBDM, IRS, GIS) pur con diversi gradi di vincolo, rinviano a predefiniti concetti di organizzazione della conoscenza, quelli classici di gerarchia, linearità, centro e margine ai quali oggi sembrano contrapporsi i concetti di multilinearità, relazione semantica, nodo e rete caratteristici, ad esempio, degli ipertesti.

Concepiti già da alcuni decenni, questi ultimi devono la loro ultima dirimpiente fortuna alla diffusione, tra gli utenti di sistemi di tipo personal, delle interfacce grafiche e dell'interattività avanzata e soprattutto dall'essere la modalità prescelta dal web.

Le tecnologie di rete sembrano avere obliterato alcuni dei problemi del passato legati alla definizione di architetture rigide e totalmente predefinite. Dal punto di vista del trattamento dei dati, infatti, le tecnologie connesse alle *networking communications* rappresentano un progresso decisivo sulla strada del superamento della necessità di standardizzazione a priori e della comunicabilità fra sistemi diversi.

⁸ Sui rischi dell'uso dei GIS in archeologia cfr. Voorrips (1998), nel quale l'autore ribadisce la centralità del *data base* relazionale in ogni sistema informativo gestito in forma elettronica a scapito del GIS e soprattutto Bampton (1997).

Iperstualità, multimedialità (attualmente si tende a parlare di ipermedialità, fondendo i due concetti), interattività stanno rivoluzionando ad esempio le metafore dello spazio e del tempo (si pensi al concetto di cyberspazio e al carattere di atemporalità dell'applicazione, nel senso che quest'ultima non è legata ad un preciso momento di osservazione, ma per il suo carattere dinamico e di continua trasformazione è diversa a seconda delle scelte momentanee dell'utilizzatore e quindi esiste solo in un rapporto interattivo con quest'ultimo e le sue selezioni).

Tali metodologie hanno di fatto trasformato le tecnologie dell'informazione che si trovano ad essere non più solo tecnologie dell'elaborazione dati ma, principalmente, tecnologie della comunicazione.

Così l'iperstualità ha aperto l'orizzonte a nuovi modelli organizzativi delle conoscenze, la multimedialità oltre ad ampliare notevolmente le possibilità documentarie, offre nuovi e potenti metodi di accesso alle informazioni basati sulla straordinaria ricchezza e immediatezza dei segni iconici.

Organizzare una presentazione multimediale significa non solo stabilirne i contenuti e la loro organizzazione secondo un principio di successione lineare come nelle strutture classiche, ma pensarli in termini di struttura dinamica e in sostanza di sistema, che è una prospettiva del tutto diversa e può avere significative ricadute anche all'indietro, cioè sui percorsi interpretativi stessi.

Si può aggiungere ancora che «multimediale» significa che l'informazione è veicolata attraverso vari media o codici senza rapporti di gerarchia fra di loro; ciò significa che i codici non linguistici non sono solo delle integrazioni, quasi delle didascalie del codice scritto, ma sono nodi informativi altrettanto importanti e significativi e dovrebbero essere «pensati» nell'organizzazione del discorso e del percorso di ricerca non quali semplici corollari, ma come elementi costituenti.

Dal punto di vista che analizziamo in questo contesto iperstualità, multimedialità, interattività possono essere definiti come modalità e non tanto modelli veri e propri, modalità, ancora una volta non neutrali in quanto in grado di influire sui nostri meccanismi di apprendimento e di sostituire modalità in essere.

Da parte di studiosi delle scienze cognitive è stato rilevato come le nuove tecnologie, per le loro caratteristiche peculiari di prevalenza dell'immagine, interattività, interconnessione, stanno modificando

sostanzialmente le nostre modalità di comunicazione, di apprendimento e di elaborazione delle conoscenze da un livello «simbolico-ricostruttivo» (quello dell'apprendimento tradizionale per cui si studia un testo, lo si decodifica nei suoi simboli e lo si ricostruisce) nel quale l'operare cognitivo è basato esclusivamente su processi simbolici di tipo linguistico-testuale – le banche dati alfanumeriche – ad un livello «percettivo-motorio» nel quale il processo cognitivo utilizza in maniera fondamentale la percezione sensoriale soprattutto visiva (è un processo largamente inconscio, ma efficacissimo dal punto di vista dell'apprendimento e molto più naturale – è quello del bambino, è il modo con cui impariamo ad andare in bicicletta e ad usare un computer senza leggere il manuale). Il vantaggio della modalità simbolico-ricostruttiva era quello, fondamentale, di operare in assenza (opero sui simboli e non sugli oggetti reali): questo vantaggio è obliterato dalle nuove tecnologie, anch'esse in grado di applicare la percezione visiva e l'azione ad oggetti non solo assenti, ma inesistenti⁹. Questo per tutti i campi del sapere, in più nelle discipline archeologiche, ma anche storico-artistiche in senso lato, di grandissimo interesse risulta la possibilità, che esse favoriscono, di ricostruzione e ricollocazione contestuale dell'oggetto, della struttura, in maniera non solo descrittiva, ma ostensiva. L'ipermedialità fa sì che uno stesso oggetto o una stessa unità informativa o entità possa far parte, essere inserita in contesti semantici diversi anche in tempi successivi.

Un'altra proprietà di un sistema ipermediale è quella di essere fondamentalmente un sistema comunicativo trasparente, un sistema cioè in cui si mostra direttamente la struttura del campo di conoscenze che si vuole comunicare: attraverso una struttura ipermediale diviene più agevole trasmettere non solo il risultato finale di una indagine, ma esplicitare, in maniera enormemente più ampia, il proprio percorso di ricerca e i passaggi intermedi.

In una struttura ipertestuale e interattiva in cui queste modalità siano sfruttate appieno, chi comunica, oltre ad esplicitare il proprio percorso mentale, deve sforzarsi di pensare a possibili percorsi alternativi o per lo meno lasciare aperte quante più porte possibili, ad esempio, proprio quei percorsi e quelle ipotesi che in fase di elaborazione erano stati scartati e che, in questo modo, possono comunque essere proposti per altri ricercatori e per altri viaggiatori.

⁹ Su queste tematiche si vedano soprattutto i lavori di Francesco Antinucci (1993, 1998), mentre sul rapporto multimedialità-beni culturali cfr. Guermandi (2001b).

Si tratta, come si può intuire, di potenzialità di grande interesse, finora non ancora valutate in tutta la loro portata, anche dal punto di vista metodologico: certo la diffusione dei risultati è solo l'ultimo – in ordine di tempo – dei passaggi di una ricerca, ma impostarlo secondo modalità nuove non può non avere conseguenze anche sulle prime fasi della ricerca stessa.

Abbiamo detto che tali sistemi, ed Internet in particolare, esplicano, per il momento, il loro potenziale a livello di comunicazione più che di interpretazione: è evidente che una corretta strategia di comunicazione si fonda anch'essa su una metodologia corretta, ma la definizione di quest'ultima deve essere, ancora una volta, precedente rispetto allo strumento tecnologico che la supporta. In campo archeologico l'allargamento dell'orizzonte comunicativo mette in evidenza la necessità di impostare la ricerca non più secondo lo schema antinomico scientificità/divulgazione, ma attraverso contaminazioni dell'una nell'altra.

La consapevolezza di queste problematiche pur se ancora non compiutamente sondate ha, di fatto, in tempi recentissimi, condotto ad una ridefinizione di questi strumenti: in questo momento si tende quindi a parlare non solo di tecnologie della comunicazione, ma di «tecnologie dell'organizzazione» con uno slittamento semantico non di poco conto.

Da un lato, in effetti, queste modalità, potenziando notevolmente la componente della comunicazione, sembrano rinviare al problema ancora irrisolto praticamente dell'esistenza di basi di dati consistenti e coerenti come potenziali oggetti della comunicazione, mentre d'altro lato la complessità di strutture di questo tipo dal punto di vista logico-semantico, stanno convincendo gli stessi operatori della *computer science* della opportunità di modelli di riferimento che aiutino ad organizzare appunto questa complessità.

Alla fase di apparente anarchia epistemologica caratterizzata dalla sperimentazione di queste nuove modalità, si va affiancando una fase di ripensamento metodologico che ha già prodotto alcune proposte. Così si comincia, anche per quanto riguarda le applicazioni multimediali e l'elaborazione dei siti web, ad introdurre la bipartizione fra *design* concettuale e *design* logico. Rispetto ai modelli concettuali dei dati, in questo caso, accanto alle strutture di classificazione e a quelle di rappresentazione dei dati che avevamo visto nella loro versione relazionale, andranno analizzate le strutture di navigazione e di accesso proprie di una dimensione di ipertestualità ed interattività.

Il Politecnico di Milano ha elaborato e sta specializzando una metodologia, complessivamente denominata W2000, per la costruzione di elaborazioni multimediali suddivisa in tre modelli: il primo (W5+) (Di Silvestro *et al.*, 1999) mirato all'analisi dei requisiti. Da questo punto di vista è da notare come, mentre nella fase di modellizzazione delle banche dati tale passaggio non richiedeva modelli precisi, nelle applicazioni multimediali la figura dell'utente non si viene più a sovrapporre a quella del committente anzi, trattandosi di progetti comunicativi, l'utente viene ad assumere un ruolo strategico e per conseguenza la fase di analisi dei requisiti diviene cruciale e più compiutamente definita.

Vi è poi l'HDM (*Hypermedia Design Model*) che viene ad interpretare il ruolo di modello concettuale dei dati mentre il *SCINDLer model* – grosso modo – può essere equiparato all'analisi logica e costituisce il momento della traduzione dei requisiti nelle scelte di *design*.

Per concentrarci sull'HDM (Garzotto *et al.*, 1993), nel modello proposto dai ricercatori del Politecnico di Milano e che vanta ormai numerose applicazioni nel settore dei beni culturali e quindi in un'area umanistica, l'HDM distingue, nella progettazione dell'applicazione multimediale, la definizione di due elementi fondamentali: *Hyperbase* e strutture dell'accesso (fig. 2).

Elaborare un *Hyperbase*, ovvero sia l'archivio informativo che contiene l'insieme dei dati di interesse dell'applicazione, e quindi costituisce il cuore dell'applicazione stessa, la struttura portante del sistema multimediale, significa prima di tutto definirne le entità, ciascuna delle quali può essere costituita, dal punto di vista semantico, da uno o più componenti.

In questo modello è da sottolineare come l'entità sia intesa (a differenza di quanto avveniva nel modello *E-R*, cfr. n. 5) piuttosto come unità informativa, più o meno complessa a seconda del numero di componenti che la definiscono, ciascuna delle quali viene ad essere un insieme di informazioni percepite come unità concettuale e che a loro volta possono essere più o meno articolate in elementi strutturali. Le componenti sono poi visualizzabili attraverso «nodi» (unità di fruizione di base che corrispondono – banalizzando – alle singole schermate). A loro volta i nodi possono essere composti da più *frames* costituiti a loro volta da *slots* (quest'ultimo viene ad essere definito come l'unità atomica di interazione, la componente elementare: semplificando, uno *slot* può essere identificato con il bottone che attiva un'operazione a video). Fra le entità, sono da definire le associazioni seman-

HDM

Hypermedia design model

1. Hyperbase
2. Strutture dell'accesso



- **ENTITA'**: unità informativa costituita da uno o più *componenti*
- **COMPONENTE**: unità concettuale articolata in elementi strutturali (*nodi, frames, slots*)
- **RELAZIONI SEMANTICHE** : associazioni (*link*) fra entità
- **RELAZIONI STRUTTURALI**: associazioni (*link*) fra componenti di entità

Fig. 2.

tiche o relazioni, mentre fra i componenti delle entità si identificano i *links* strutturali.

Definita in questo modo l'*Hyperbase*, ad uno stadio successivo vengono identificate le strutture dell'accesso ovvero sia le modalità e le strutture per raggiungere il contenuto dell'iperbase¹⁰: tale fase comprende l'analisi e la definizione delle unità costituite dalle collezioni¹¹ il cui scopo principale è quello di creare un contesto cognitivo agli oggetti informativi e dei meccanismi di navigazione (*links* strutturali e semantici) e di interazione. Da ultimo c'è la definizione delle operazioni e delle loro interazioni con gli oggetti.

Il modello HDM intende proporsi come un *framework* per elaborare applicazioni *web* avanzate in tutti i loro aspetti. Nello specifico l'HDM definisce le 5 dimensioni di un'applicazione multimediale nello schema seguente:

- **STRUTTURA**: organizzazione globale del contenuto quale appare nell'utilizzo;
- **NAVIGAZIONE**: definizione dei paradigmi di esplorazione e dei collegamenti a disposizione dell'utente per muoversi nell'applicazione;
- **COMPORAMENTO**: dinamiche dei media e collegamenti;
- **CONTROLLO**: interazione, ovvero sia definizione delle operazioni possibili affinché gli utenti possano controllare l'applicazione;
- **ASPETTO**: presentazione grafica e proprietà visive.

Sostanzialmente nell'applicazione dell'HDM, dopo aver definito la struttura dell'applicazione identificando i principali oggetti, la loro struttura e le loro relazioni (l'HB), se ne studia la dinamica descrivendone i passaggi di navigazione (il percorso per arrivare agli oggetti informativi e il comportamento di percorso per spostarsi da un oggetto all'altro) e le possibilità di interazione (ad es. zoom di immagini, *scroll*, animazioni).

Semplificando, mentre in un modello concettuale quale quello relazionale i vari passaggi tendevano a definire la struttura della realtà oggetto di indagine, in questo caso, con l'HDM si cerca di definirne, di modellarne anche la dinamica.

¹⁰ Ad esempio indici alfabetici, topografici, cronologici in combinazione o in alternativa a motori di ricerca.

¹¹ Ad esempio in un'applicazione sulla ceramica attica una collezione potrebbe essere rappresentata dai ceramografi suddivisi per tecnica «a figure nere»/«a figure rosse».

Il modello HDM è ora in fase di sperimentazione in un progetto dell'Istituto Beni Culturali (Guermanni, 2001a): è ancora troppo presto per analizzare o anche solo prevedere le conseguenze che sul piano metodologico questo modello potrebbe avere sul dato archeologico e il suo trattamento: il fine a cui tendono questi modelli o queste modalità e per il quale rappresentano sicuramente strumenti potenzialmente ricchissimi, è quello di inserire gli stessi dati – uno stesso archivio di conoscenze – in sistemi di senso diversi.

In questa direzione la tecnologia dell'informazione e della comunicazione si sta rivelando capace di compiere quello che Baudrillard (1996) ha chiamato «il delitto perfetto», quello della simulazione che consiste nello scambiarsi dei segni fra loro senza alcun riferimento al reale.

BIBLIOGRAFIA

- ANSI/X3/Sparc Data Base Group, 1978. *Information System*, vol. 3, n. 3.
- ANTINUCCI F., 1993. *Summa hypermedialis (per una teoria dell'ipermedia)*. Sistemi Intelligenti, V, 2: 227-257.
- ANTINUCCI F., 1998. *Musei e nuove tecnologie: dov'è il problema?* Sistemi Intelligenti, X, 2: 81-306.
- BAMPTON M., 1997. *Archaeology and GIS: the view from outside*. Archeologia e Calcolatori, 8: 9-26.
- BARCELÒ J.A., BRIZ I., VILA A., 1999. *New techniques for Old Times. A general introduction to computing archaeology*. In: J.A. BARCELÒ, I. BRIZ, A. VILA (eds.), *New Techniques for Old Times. CAA 98. Proceedings of the 26th Conference (Barcelona, March 1998)*. BAR International Series, 757, Oxford:1-15.
- BATINI C., DE PETRA G., LENZERINI M., SANTUCCI G., 1986. *La progettazione concettuale dei dati*. Franco Angeli, Milano.
- BAUDRILLARD J., 1996. *Il delitto perfetto*. Raffaello Cortina Editore, Milano.
- CHEN P.P.S., 1976. *The entity-relationship model. Toward a unified view of data*. ACM Transactions on database systems, vol. 1, No. 1.
- CLARKE D.L., 1968. *Analytical Archaeology*. Methuen, London.
- CODD E.F., 1971. *A data base sublanguage founded on the relational calculus*. IBM Research, San José.

- DI SILVESTRO A., GARZOTTO F., PAOLINI P., 1999. *User Requirements Acquisition for Museum Hypermedia*. In: D. BEARMAN, J. TRANT (eds.), *Cultural Heritage Informatics 1999: Selected papers from ichim 1999*. Archives and Museum Informatics, Pittsburgh.
- DJINDJIAN F., 1998. *GIS usage in worldwide archaeology*. *Archeologia e Calcolatori*, 9: 19-29.
- GARZOTTO F., PAOLINI P., SCHWABE D., 1993. *HDM-A model Based Approach to Hypermedia Application Design*. In: *ACM Transactions on Information Systems*, 11 (1), January: 1-26.
- GUERMANDI M.P., 2001a. *IBC WEB SITE: a multi-stage, multi-site experimentation of W2000 model*. In: D. BEARMAN, F. GARZOTTO (eds.), *ichim01 International Cultural Heritage Informatics Meetings. Cultural Heritage and Technologies in the Third Millennium (Milan, 3-7 september 2001)*. Politecnico di Milano & Archives and Museum Informatics, Milano: 483-488.
- GUERMANDI M.P., 2001b. *Multimedia: alla ricerca di nuovi modelli*. *IBC. Informazioni, commenti, inchieste sui beni culturali*, 9/1: 31-33.
- GUIMIER-SORBETS A.-M., 1999. *Des bases de données à la publication électronique: une intégration des données et des outils de recherche*. *Archeologia e Calcolatori*, 9: 101-115.
- PANZERI M., 1996. *L'informatica al servizio dei beni culturali. Una ricerca in progress tra museo e storia dell'arte*. Politecnico di Torino - Regione Autonoma Valle d'Aosta, CELID, Torino.
- RAMSAY A., 1992. *Modelli o paradigmi*. *Punto Erre Documenti*, suppl. a Punto Erre, III, 11: 70-78.
- VOORRIPS A., 1998. *Electronic information systems in archaeology. Some notes and comments*. *Archeologia e Calcolatori*, 9: 251-267.

TITO ORLANDI *

I MODELLI FRA INFORMATICA E TRADIZIONE

1. *Punti acquisiti nei precedenti contributi.*

Premetterò ancora una volta, come ho sempre fatto in casi analoghi, che questo contributo può essere ritenuto temerario, dal momento che non sono un archeologo; e tuttavia è giustificato dal fatto che chi si occupa, come me, dei fondamenti dell'informatica umanistica, non può sottrarsi al confronto con qualsivoglia aspetto di quest'affascinante ma complessa disciplina, e dunque anche con le applicazioni in ambito archeologico. Rimane acquisito infatti che non soltanto gli archeologi possono valutare gli aspetti della metodologia archeologica che interagiscono con le applicazioni informatiche, il cui approfondimento interessa ambedue i campi di studio.

Poiché inoltre questo è il proseguimento di una serie di studi, sia sulle applicazioni archeologiche, sia sul ruolo dei modelli informatici nelle discipline umanistiche (quest'ultimo iniziato in occasione del convegno dell'ottobre 1998) (AA. VV., 1999), è opportuno ricordare brevemente le convinzioni espresse nei precedenti interventi, che rappresentano per me dei punti metodologici acquisiti, dai quali prendono l'avvio le considerazioni che proporrò oggi. Ne tratterò una sintesi, rimandando per maggiori ragguagli ai saggi nei quali essi sono trattati più estesamente. Per quanto riguarda i problemi propri dell'archeologia questi punti metodologici sono:

1. La superiorità del modello relazionale di gestione delle banche dati, come rappresentazione della struttura relazionale della realtà stessa (Orlandi, 1990). Questa scelta è significativa non in senso tecnico, ma come scelta di una visione del reale col quale si confrontano le applicazioni informatiche, in quanto agendo in ambiente informatico occorre sempre partire

* Facoltà di Lettere - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Piazzale A. Moro, 5 - 00185 ROMA.

da una visione, o interpretazione, della realtà da cui sorgono i problemi che s'intendono risolvere (in linguaggio informatico: «realtà d'interesse»); e occorre che tale visione sia formalizzata, cioè formalmente corretta nel senso che ho cercato di chiarire in un precedente saggio (Orlandi, 1997).

2. Scelta dell'ambiente *unix* come conseguenza dell'atteggiamento di continua sperimentazione che deve caratterizzare le applicazioni informatiche in archeologia, come del resto in altre discipline (Orlandi, 1990). È questa una scelta all'apparenza solo tecnica e pratica, ma che invece ha risvolti squisitamente teorici, in quanto è strettamente connessa con una visione dinamica del metodo archeologico (cf. sotto) che presuppone la completa padronanza e gestibilità del *software*, così come dei dati. Riteniamo anche che questa sia la risposta migliore all'esigenza spesso presentata e discussa¹ di individuare una lista di *software* particolarmente studiati per le esigenze umanistiche. Se per tale s'intende un insieme di programmi che risolva per un tempo ragionevolmente lungo i problemi dell'informatica umanistica, si tratta di una pia illusione, perché l'informatica umanistica si esplicherà sempre in una continua novità di proposte di analisi e di gestione dei dati, che non possono essere previste o elencate in modo aprioristico. Se invece si intende un insieme di programmi che permetta appunto un tale atteggiamento sperimentale, l'ambiente operativo *unix* contiene tutto quanto è necessario, e, checché si dica, non è più difficile da imparare di qualunque *software* un po' sofisticato.

3. Attenzione ai problemi teorici della codifica. È questo un aspetto particolarmente importante perché non è legato al semplice fatto che i dati, per essere gestiti da un calcolatore, devono essere codificati (questa sarebbe osservazione banale), ma è legato al fatto che l'operazione della codifica è strettamente connessa all'interpretazione dei dati stessi. I problemi che sorgono in questo caso sono dati dal passaggio dal continuo dell'esperienza, diciamo così, di base, al discreto dei dati da ricavare da essa; dalla perdita d'informazione che ne consegue; dai diversi tipi possibili di codifica. Di nuovo entra in gioco il modello relazionale, avvicinandoci al modello, in quanto la codifica si manifesta come «sintesi del conosciuto» (Orlandi, 1993).

¹ Ricordo in particolare la lista di discussione Humanist: *Humanist Discussion Group*, a cura di Willard McCarty, Centre for Computing in the Humanities, King's College, London.

4. Importanza dell'approccio «semiotico» alla realtà archeologica, che focalizza il lavoro dello studioso sul messaggio che i dati archeologici ci inviano, e sulla funzione della comunicazione (Orlandi, 1996). Gli oggetti che interessano l'archeologo si distinguono infatti dagli altri, con i quali coesistono spazialmente o temporalmente, perché hanno per l'archeologo un particolare significato, che lo mette in contatto con le civiltà che egli studia. Entrano in gioco in questo ambito i rapporti fra i dati e lo studioso, e quelli successivi fra studioso e studioso, che non sembrano essere stati sufficientemente approfonditi, e sui quali abbiamo riportato le teorie proposte da Childe (Childe, 1962: p. 110): «Se il mondo esterno segue uno schema, la riproduzione ideale che noi chiamiamo conoscenza deve necessariamente seguire a sua volta uno schema, comunque ridotto o semplificato esso sia. ... Un mondo delle idee deve per forza avere una base simbolica, e la conoscenza, essendo comunicabile, deve essere esprimibile»; e da Doran, che esprime molto chiaramente il rapporto fra la struttura del codice e la struttura dei dati «reali» che il codice è chiamato a rappresentare (Doran, 1987).

2. Il convegno di Bloomington. Livello metateoretico.

In conclusione, nel '96 proponevo una serie di passaggi nella descrizione dei dati, ultimo dei quali era appunto la «costruzione di un modello» (Orlandi, 1996), che ci conduce direttamente all'argomento di questo contributo. Ma prima di affrontarlo occorre ancora ricordare l'importante Colloquio di Bloomington (Gardin e Peebles, 1992: p. 3 e 95-100), in cui viene trattato un altro punto essenziale. La base del colloquio era rappresentata dalla discussione sulle metodologie per l'archeologia, «nuove» o comunque salite recentemente alla coscienza degli studiosi: semiotica, strutturalismo, simbolismo, prima di tutto, ma anche empirismo logico, ermeneutica, dialettica, analitica, cognitivismo. Di là dalle differenze fra tutti questi metodi, che appaiono contrastanti l'uno con l'altro, e tendenti ad escludersi reciprocamente, era importante chiedersi se fosse possibile trovare un terreno comune che in qualche modo consentisse di far interagire molteplici criteri interpretativi.

In quel colloquio Gardin, notando preliminarmente che tutte le metodologie avevano ad ogni modo in comune il problema della definizione dei dati e quello dell'interpretazione, e mettendo l'accento sui modi di interpretazione dei dati, proponeva di riconoscere un livello metateoretico, che andasse oltre le singole proposte. In tal modo si ricercavano le fondazioni stesse dell'interpretazione e si poteva giungere ad una «epistemologia

pratica». Vedremo che la nostra proposta relativa ai modelli si trova in sintonia con una possibile interpretazione di questa proposta.

3. *Modelli: punti acquisiti in Cellucci e Galavotti.*

Venendo dunque al tema dei modelli, e del loro impiego in archeologia, occorre tener presente prima di tutto la magistrale sintesi proposta da Cellucci nel precedente Convegno (Cellucci, 1999), proponendo due temi fondamentali: la distinzione fra i modelli *della* scienza e i modelli *nella* scienza, ed i conseguenti rapporti fra le due visioni; e la distinzione dei diversi tipi di modello nella scienza, che occorre tener presente quando si costruisce un modello per la rappresentazione dei dati archeologici. Ricorderò in sintesi che Cellucci illustrava le caratteristiche del modello deduttivo e di quello empirico; e proponeva come tipi di modello quelli: in scala, analogici, semplificatori, matematici, teorici, logici.

Da parte sua, nello stesso Convegno, la Galavotti (1999) illustrava come l'uso dei modelli sia legato ad una delle due concezioni della causalità, quella basata sulla nozione di «manipolabilità», che si oppone a quella basata sulla formulazione di leggi scientifiche e si lega ad una concezione essenzialmente sperimentale della scienza. Tale concezione deve dunque essere introdotta anche in ambito umanistico, se si vogliono utilizzare correttamente i modelli. Si comprende, da questo punto di vista, come quanto detto sopra circa la scelta dell'ambiente operativo *unix* e della teoria relazionale dei dati obbediva ed obbedisce appunto alle necessità di un simile atteggiamento sperimentale nelle discipline umanistiche, ed in particolare in archeologia.

Noi diamo dunque come acquisito in termini generali quanto detto da Cellucci e Galavotti, notando che naturalmente essi offrono una teoria generale dei modelli, e lasciano aperto agli specialisti, da un lato, il compito della valutazione dei modelli archeologici utilizzati in concreto, e dall'altro, il problema del «perché» risulta opportuno l'uso dei modelli nelle discipline umanistiche.

4. *Una nuova visione del modello.*

Riguardo a quest'ultimo problema, osserveremo che il ruolo che il modello svolge nel campo delle discipline umanistiche differisce in modo sostanziale da quello che esso svolge nel campo delle scienze della natura, alle quali in questo caso sono legate metodologicamente le scienze sociali. In

queste infatti il modello è utile per sperimentare una teoria o un progetto quando non sia possibile o conveniente farlo sugli oggetti reali, ovvero per predire comportamenti o avvenimenti futuri. Le discipline umanistiche sono invece di carattere fondamentalmente storico, e dunque non permettono di verificare nel presente fatti passati, che per loro natura non si riproducono; e tanto meno ammettono equiparazioni fra fenomeni «reali» (del presente) e «virtuali» (del passato).

In esse il ruolo del modello non consiste nel simulare un fenomeno per dimostrare che esso sia reale (e dunque sia potuto accadere anche in passato, e possa accadere in futuro), ma può consistere soltanto nella dimostrazione che una certa interpretazione dei dati è coerente e non contiene contraddizioni interne, né – meglio ancora – contraddizioni con la realtà più generale in cui i dati relativi ad una certa indagine singola vengono inseriti. Il funzionamento eventuale del modello non dimostra affatto che l'interpretazione dei dati che lo sorregge sia quella corretta dal punto di vista storico. Un giudizio di questo genere è demandato all'uso della parte intuitiva, non della parte logica, delle metodologie umanistiche.² Il funzionamento del modello si limita a provare la coerenza logica di quell'interpretazione.

È lecito chiedersi a questo punto se l'uso di modelli sia davvero utile nelle discipline umanistiche, e dunque nell'archeologia. La risposta per conto mio è che, quale che sia l'opinione che si ha nei riguardi del problema teorico, nell'agire concreto si nota che l'uso di modelli, corretto o no, è sempre stato ritenuto necessario, come si deduce dal fatto che essi sono stati sempre adoperati. Quello che è mancato, e diventa necessario con l'uso degli strumenti informatici, è una seria riflessione sulla costruzione dei modelli e sul rapporto fra tale costruzione e le metodologie delle singole discipline umanistiche, nella fattispecie dell'archeologia.

In effetti il rapporto fra metodologie delle discipline umanistiche e possibilità di verifica sperimentale delle teorie, come si fa normalmente nelle scienze naturali e sociali, è stato affrontato, ma devo dire con risultati che non convincono. Una teorizzazione è stata tentata seriamente da J.-Cl. Gardin, nell'ambito del tentativo di individuare un linguaggio scientifico concreto che si possa utilizzare nelle discipline umanistiche, al posto del linguaggio naturale, che si presta a troppi equivoci, e degli stessi linguaggi

² Sulla divisione metodologica accennata, cf. Orlandi (1997) p. 10: formalismo, intuizione, espressione (linguaggio comune); p. 3: razionalità e intuizione.

specializzati, con terminologia standardizzata, che non comprendono una visione «logicistica», pure necessaria.

Il Gardin sostiene (a mio parere giustamente) che «la théorie ne suffit pas (...) il faut en tirer des prédictions, et soumettre celles-ci à des vérifications empiriques, pour établir (...) que la théorie (ou la méthode) donne une certaine prise sur les objets dont elle parle» (Gardin, 1991: p. 101). Mi sembra che i problemi siano ben individuati, ma la soluzione proposta dal Gardin, di verificare le teorie producendo virtualmente (ecco l'uso del modello paragonabile a quello delle scienze naturali) degli oggetti analoghi ai dati reali che le teorie dovrebbero «spiegare»³ non soddisfa. A nostro avviso occorre attribuire un valore in sé, indipendente, ai modelli.

Bisogna prima di tutto riflettere su come i modelli sono stati usati finora, sia pure in maniera non metodica e anche non del tutto cosciente. Per quanto riguarda l'archeologia, mi sembra che anche un profano, o semi-profano, come me, possa osservare che, se da un lato si sono sempre applicati o utilizzati modelli, essi sono stati per lo più intesi nel senso, diciamo così, banale, in certo modo ingenuo del termine. Essi sono stati intesi, da un lato, come paradigmi esplicativi dei reperti archeologici, dall'altro come schemi tassonomici a cui rifarsi per la loro classificazione. Notiamo ad esempio che man mano che il lavoro di scavo si è andato conformando a regole scientifiche, allontanandosi dai criteri antiquari e amatoriali, si è formato un modello di scavo scientifico con relative stratigrafie, etc. E analogamente le pubblicazioni dei reperti hanno via via obbedito a schemi sempre più rigorosi da un punto di vista metodologico.

Questo tipo di modelli, per quanto importante ed utile nella prassi degli studi, non porta molto lontano per quanto riguarda i problemi delle applicazioni informatiche. Si deve invece riconoscere, per altro verso, che lo studioso, ed in particolare l'archeologo, ma lo stesso vale per lo storico, indirizza sempre le sue ricerche, e sintetizza le proprie conclusioni, in base ad un modello generale del mondo nel quale egli colloca i dati che studia in quel particolare momento e per un particolare scopo, e relativamente a quel modello essi acquistano appunto un significato, ponendosi in rapporto con gli altri dati. Il modello in questo senso acquista una fisionomia assai più importante teoricamente, e la sua necessità deriva dal fatto che si cerca di approfondire conoscenze di fenomeni entro un ambiente non del tutto conosciuto e quindi si deve integrare quanto non si conosce mediante la sup-

³ Cf. i tentativi effettuati, p. es. Gardin *et al.* (1981); in particolare Natali-Smit (1981).

posizione di fatti o dati che si ritengono possibili, e in quel dato caso, probabili, realistici, senza che si possa affermare che siano certi.

5. *Una teoria umanistica dei modelli.*

Siamo dunque di fronte ad una rappresentazione in cui i dati certi ricevono significato da una visione generale della realtà, basata anche su dati non disponibili. Questo è ciò che chiamiamo modello nelle discipline umanistiche, che naturalmente richiede che si dichiari con precisione quali fenomeni si suppongono e quali sono accertati.

In altri termini: nella realtà storica non esistono fenomeni isolati. Ogni fenomeno porta con sé relazioni con altri fenomeni, che determinano il suo comportamento. È impossibile conoscere adeguatamente tutti i fenomeni, cioè avere a disposizione una adeguata documentazione per tutti i fenomeni, e perciò è necessario (ed in effetti si fa sempre quando si propongono spiegazioni storiche da parte degli studiosi) introdurre delle supposizioni nella descrizione dei fenomeni effettivamente conosciuti, il cui significato sta anche nella loro relazione con i fenomeni non perfettamente documentati o anche privi di documentazione. È interessante notare come Renfrew e Bahn riassumano il lavoro dello scienziato in parallelo con quello dell'archeologo: «The scientist collects data (evidence), conducts experiments, formulates a hypothesis (a proposition to account for the data), tests the hypothesis against more data, and then in conclusion devises a model (a description that seems best to summarize the pattern observed in the data). The archaeologist has to develop a picture of the past, just as the scientist has to develop a coherent view of the natural world» (Renfrew e Bahn, 2000: p. 12).

A questo punto è lecito chiedersi come l'informatica e la sua possibilità di produrre modelli entrino in gioco nella situazione che abbiamo delineato. La differenza fra situazione tradizionale e situazione informatica sta in due elementi. Prima di tutto la comunicazione scientifica tradizionale è statica, mentre quella basata su procedimenti informatici è dinamica. Ma su questo torneremo più sotto. In secondo luogo, l'informatica impone una maggiore attenzione metodologica alla costruzione dei modelli, dovuta al fatto che, quando si agisce in un ambiente in cui le macchine informatiche costituiscono lo strumento basilare per la comunicazione della scienza, si deve tener conto del fatto che le macchine informatiche non solo esigono l'uso di modelli (e questo come abbiamo visto non è affatto estraneo al normale mondo dello studio archeologico), ma più ancora esigono il loro tipo

di modello, se si vuole sfruttare correttamente e completamente le loro caratteristiche.

Chiariremo in breve quest'ultimo punto. Le macchine informatiche esigono una completa formalizzazione della rappresentazione sia dei dati sia delle procedure relative alla loro gestione, e questa è la principale caratteristica dei modelli informatici. Mentre nella metodologia convenzionale il modello che sta alla base delle ricostruzioni è in sostanza implicito e resta in qualche modo sullo sfondo, il modello informatico deve essere precisato in tutte le sue parti e deve contenere in sé i dati e le procedure che sono l'oggetto particolare di un certo studio.

Cercando dunque di precisare il concetto di modello che emerge da queste esigenze, la miglior definizione è a nostro avviso quella data dal *Principia Cybernetica Project* (<http://pespmc1.vub.ac.be/>), secondo cui esso è un sistema in relazione omomorfica col suo prototipo (nella fattispecie una porzione della realtà, concreta o anche astratta). Il prototipo è costituito dagli elementi di un sistema reale e dalle azioni che tali elementi compiono, che sono rappresentate mediante leggi, o regole. Il modello è costituito da rappresentazioni degli elementi del sistema reale e da regole che stabiliscono rapporti fra tali rappresentazioni.

Si noti come il modello viene definito come un sistema, non come una semplice rappresentazione statica. Questo sottolinea la particolare caratteristica del modello per cui esso funziona tramite l'interazione fra varie parti, e dunque in modo dinamico e non statico. Questo anche mostra l'importanza del rapporto fra la teoria del modello (e soprattutto della costruzione del modello) e la teoria dei sistemi. Ricorderemo brevemente che un sistema è definito come un organismo concreto o astratto, che da un input produce un output, rinviando per lo sviluppo della teoria alla vasta bibliografia esistente (Skyttner, 1996).

Per cercare di mostrare in che cosa possa consistere un modello corretto in archeologia, torneremo ad alcune delle teorie proposte da Gardin, ed in particolare al tema della dialettica fra *compilation* ed *explanation*, che purtroppo è stata per lo più trascurata dall'ambiente cui era diretta. I due elementi di *compilation* ed *explanation* riportano alla corrispondente diadi di oggetto (dato) e sua interpretazione storica o, se si preferisce, culturale, comune a tutte le discipline umanistiche, ma che assume in archeologia delle valenze particolari.

Mi sembra che gli archeologi tendano a dare per scontata, evidente a priori, la differenza fra dato archeologico e oggetto «qualsiasi» (cioè oggetto

che non viene preso in considerazione per lo studio archeologico), che in realtà non è affatto evidente, tanto che ho cercato in un precedente saggio (Orlandi, 1996: p. 1257) di attirare l'attenzione sul problema della scelta dei dati e poi della loro formalizzazione, avanzando l'opinione che si tratti di un problema semiotico di tipo particolare, in cui il «segno» come tale non è voluto da chi lo ha prodotto.

Al di là di questo problema, e comunque lo si voglia risolvere, resta il fatto che l'oggetto archeologico è tale in virtù di una scelta soggettiva giustificata da una competenza che precede la sua acquisizione in quanto dato, e dunque di un'interpretazione, che è precedente alla sua descrizione. Questo dà alla «spirale di Gardin» un senso più ampio di quanto si pensi generalmente, e forse anche di quanto non fosse previsto dal suo stesso autore. Come è noto, il concetto di spirale è introdotto da Gardin per esprimere un continuo ritorno dal dato alla sua interpretazione, e di nuovo al dato (in quanto mutato come tale dalla stessa interpretazione), e di qui ad una nuova interpretazione, con un processo che non ha mai fine.

A me sembra che si debba tener presente che questo processo, così come non ha una fine, non ha neppure un inizio, proprio perché un dato non può mai essere assunto come puro inizio di un processo, come se non fosse già caricato di una certa interpretazione. In altri termini, il dato come oggetto puramente materiale non esiste, o comunque non è un dato in senso scientifico. Di qui la necessità di integrare *compilation* ed *explanation* in un contesto dialettico di tipo dinamico, che non era possibile fino a quando la comunicazione scientifica in archeologia (come in tutte le altre discipline) era confinata al procedimento della stampa, che è essenzialmente statico.

Proprio qui dunque interviene la particolare caratteristica del sistema informatico, che permette di creare modelli in cui dati ed interpretazioni (cioè procedimenti di tipo logicistico, oltre che degli altri vari tipi presi in considerazione da Gardin e Djindjian) interagiscono in maniera automatica. Occorre tuttavia tener conto anche dell'altra caratteristica, già menzionata più sopra, dell'esigenza formale propria degli strumenti informatici, di contro a quelle che chiamerei abitudini «sostanziali» degli archeologi nei confronti dei propri metodi.

Riprendendo anche qui le osservazioni del Gardin (nel saggio americano sopra citato), è possibile vedere che le metodologie ivi elencate prefigurano un'interpretazione della realtà archeologica, piuttosto che esserne una giustificazione logicistica, di corretta procedura formale. Gli archeologi tendono ovviamente a partire «dal di dentro», cercando soluzioni operative

ai problemi dell'archeologia, utilizzando dunque metodi sostanziali che presuppongono certi contenuti. È peraltro possibile, tornando all'esigenza posta da Gardin di un livello metateoretico di analisi dei problemi, la costruzione di strutture puramente formali, «a priori» (in opposizione a quelle sostanziali, sempre proposte in ambito archeologico) per formare un terreno comune di incontro dialettico fra diverse metodologie.

Non sembra inopportuno ricordare a questo proposito che la macchina di Turing, base di ogni macchina informatica, riunisce in sé tutte le possibili macchine teoriche per la soluzione dei problemi. Di conseguenza, il computer è capace di simulare qualsiasi macchina, ma appunto per questo va considerato ponendosi al di sopra del concetto normale di macchina. Ricordiamo anche che il presupposto del nostro ragionamento è che non l'oggetto materiale in sé, bensì la sua valenza semiotica costituisca il dato della ricerca archeologica. Passando all'ambito informatico, diremo che, se si vuol mantenere la validità di quella teoria, occorre trovare il modo corretto per ottenere la rappresentazione simbolica digitale di tale valenza semiotica. In altre parole occorre trovare la corretta rappresentazione simbolica che possa essere sottoposta a procedimenti informatici.

Essa può consistere in una descrizione in linguaggio naturale o semi-naturale, ovvero in linguaggio matematico, ovvero in una struttura di base di dati. In tutti i modi, secondo la nota teoria di Gardin, tale descrizione deve essere considerata solo una tappa di un cammino infinito (appunto una spirale), che, attraverso l'interpretazione, modifica la descrizione e, attraverso la descrizione, modifica l'interpretazione.

Il punto critico della teoria di Gardin sta, a mio avviso, nella ricerca del linguaggio adatto alla descrizione degli oggetti archeologici, con la relativa teoria dei tre tipi di linguaggio (Gardin *et al.*, 1981). La teoria dei sistemi aiuta a comprendere come per linguaggio si possa intendere non solo uno strumento passivo che rappresenti la realtà fermata per così dire in un momento dato, ma uno strumento che possa far interagire dinamicamente non solo i dati fra loro, ma anche i dati con le relative interpretazioni, consentendo anche una pluralità di criteri interpretativi.

Tramite l'informatica è possibile costruire dei modelli, intesi qui come un tipo di linguaggio, costituiti da basi di dati strutturati in modo tale che vengono posti in relazione diversa e dinamica fra loro da algoritmi che attraverso procedimenti sia ermeneutici sia statistici producano variazioni nel modello in dipendenza da nuovi elementi, eventualmente anche da diverse descrizioni di nuovi elementi. Questo procedimento ha inoltre il van-

taggio di poter verificare la correttezza formale delle regole interpretative, escludendo ogni contraddizione interna; ma si deve notare che tale vantaggio è soltanto un prodotto secondario rispetto a quello principale di avere una rappresentazione dinamica della realtà che si studia.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 1999. *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «B. Segre», 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- CELLUCCI C., 1999. *I modelli, l'analogia e la metafora*. In: *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «B. Segre», 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 7-25.
- CHILDE G., 1962. *Società e conoscenza*. Mondadori, il Saggiatore, Milano 1962 (Titolo originale: *Society and Knowledge*, 1956).
- DORAN J., 1987. *Modelling Cultural Systems*. In: F. DJINDJIAN, H. DUCASSE (eds.), *Data Processing and Mathematics Applied to Archaeology*. European University Center = PACT 16: 447-455.
- GALAVOTTI M.C., 1999. *Leggi, modelli causali e manipolabilità*. In: *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere* (Roma, 27-28 ottobre 1998). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «B. Segre», n. 100. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 45-64.
- GARDIN J.-CL., 1991. *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Paris.
- GARDIN J.-CL., PEEBLES CHR., 1992. *Representations in Archaeology*. Bloomington and Indianapolis, Indiana Univ. Press.
- GARDIN J.-CL., LAGRANGE M.-S., MARTIN J.-M., 1981. *La logique du plausible. Essais d'épistémologie pratique en sciences humaines*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- NATALI-SMIT J., 1981. *Seshat et l'analyse poétique: À propos des critiques des «Chats» de Baudelaire*. In: J.-CL. GARDIN, M.-S. LAGRANGE, J.-M. MARTIN, *La logique du plausible. Essais d'épistémologie pratique en sciences humaines*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris: 103-144.
- ORLANDI T., 1990. *L'ambiente unix e le applicazioni umanistiche*. *Archeologia e Calcolatori*, 1: 237-251 [240-1].
- ORLANDI T., 1993. *Sulla codifica delle fonti archeologiche*. *Archeologia e Calcolatori*, 4: 27-38.
- ORLANDI T., 1996. *Formalizzazione dei dati, semiotica, e comunicazione*. *Archeologia e Calcolatori*, 7: 1247-1258.
- ORLANDI T., 1997. *Informatica, formalizzazione e discipline umanistiche*. In: T. ORLANDI (ed.),

Discipline umanistiche e informatica. Il problema della formalizzazione (Ciclo di seminari, febbraio-giugno 1994). Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare «B. Segre», 96. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma: 7-17.

RENFREW C., BAHN P., 2000. *Archaeology. Theories, Methods, and Practice*. 3rd ed., Thames & Hudson, London.

SKYTTNER L., 1996. *General Systems Theory. An Introduction* (Information System Series). Macmillan Press, Houndmills.

FRANÇOIS DJINDJIAN *

MODÈLES « COGNITIFS » ET MODÈLES « PARADIGMATIQUES »
EN ARCHÉOLOGIE

ABSTRACT. – *Cognitive models and paradigmatic models in Archaeology.* – The question of the opposition between an *a priori* based model («paradigmatic» model) and a methodological based model («cognitive» model) is discussed. Main steps of the discussion are the three levels formalisation (cognitive acquisition, structuration, reconstitution), the origins of knowledge in Archaeology, the structuring enrichment S, the construct from S to R, the comparison between features of paradigmatic models and cognitive models. Finally, a complete discussion is oriented to potential weaknesses of cognitive models and possible transformations from paradigmatic to cognitive models.

RIASSUNTO. – *Modelli cognitivi e modelli paradigmatici in Archeologia.* – Nel presente articolo viene affrontata la questione dell'opposizione fra i modelli basati su criteri *a priori* (modelli «paradigmatici») e quelli basati su criteri metodologici (modelli «cognitivi»). Le principali fasi della discussione concernono: la formalizzazione su tre livelli (Acquisizione delle conoscenze, Strutturazione e Ricostruzione); le fonti conoscitive in Archeologia; l'arricchimento delle strutture S; le vie di passaggio da S a R; l'analisi comparata delle caratteristiche dei modelli paradigmatici e dei modelli cognitivi. Infine viene approfondita la discussione sulla fragilità o meno dei modelli cognitivi e sul possibile passaggio dai modelli paradigmatici a quelli cognitivi.

1. *Introduction.*

Le titre de cet article est volontairement provocateur. Le lecteur averti du bon usage des mots ou des choses de la linguistique réagira à la

* Université de Paris 1 - 3, rue Michelet - 70006 PARIS (Francia).

lecture de l'association des deux mots «modèle paradigmatique», se demandant les raisons d'une telle redondance. Et continuant, la lecture, il se demandera quelle nouvelle mode recouvre la seconde association «modèle cognitif». Il conclura sans doute qu'il ne s'agit là que de ces charabia si fréquents chez ceux qui se mêlent de théoriser dans le domaine trop difficile des Sciences Humaines. En réalité, par «modèle paradigmatique», il est fait référence ici, sans doute par dérision, à l'emploi du mot paradigmatique par Kuhn (1970) dans son livre: *The structure of scientific revolutions*, pour désigner ces modèles qui basés sur des axiomes ou des *a priori*, explicites ou inconscients, ne sont que des tautologies, qui font que ces modèles «marchent» quelles que soient les données archéologiques auxquelles on les soumet, à la surprise feinte de leurs auteurs. Par «modèle cognitif», il devrait certainement s'agir là d'une approche novatrice puisque le mot cognitif, à la mode, rend plus intelligentes les méthodes qui le citent. Derrière cet humour dont le lecteur voudra j'espère me pardonner, se pose un des problèmes théoriques les plus difficiles de l'archéologie et des Sciences humaines en général, celui de la scientificité de nos constructions, et donc en archéologie, de nos reconstitutions.

Vouloir reconstruire totalement et précisément une civilisation disparue dans toutes ses composantes à partir des rares et incomplets vestiges matériels parvenus jusqu'à nous et découverts par hasard, c'est un peu comme essayer de reconstruire la figure d'un gigantesque puzzle à partir de quelques-uns de ses morceaux.

Ce modèle reconstitué d'une civilisation disparue, ressuscitée, reconstruite et réanimée, que vaut-il? Est-il complet? précis? juste? définitif? améliorable? Avec quelles méthodes est-il construit? Peuvent-elles valider la solution proposée? Y-a-t-il des limites que la méthode sait ne pas pouvoir franchir? Y-a-t-il d'une même civilisation autant de modèles que d'archéologues ayant tenté de la reconstituer? Alors, dans ce cas, tel un jeu herméneutique, la méthode ne consiste-t-elle pas à trouver des reconstitutions contradictoires, des «paradigmes», qui s'appliqueraient tous à nos ensembles de données archéologiques toujours systématiquement trop pauvres.

Qu'est-ce donc que le concept de modèles dans la recherche archéologique?

En physique, et plus généralement dans les Sciences dites «exactes», la modélisation est une formalisation simplifiée d'un phénomène, réalisée à des fins d'explication (aboutissant à sa théorisation) et de prédiction.

En Archéologie, et plus généralement dans les Sciences humaines, un modèle est un discours archéologique, qui peut prendre plusieurs formes :

- il peut être comme précédemment une reconstitution exacte simplifiée d'une réalité inconnue supposée reconstituable ;
- il peut être aussi une exégèse, un point de vue contradictoire, une provocation constructive, une herméneutique ;
- il peut être enfin la projection culturelle de l'archéologue sur un matériau archéologique qui ne peut pas se défendre.

Nous désignerons dans la suite le premier, par le terme de «modèle cognitif», le deuxième par le terme de «modèle paradigmatique». Quant au troisième, qui sort ici provisoirement de notre propos, il est le thème central de l'approche de l'archéologie post-moderne.

Et pour illustrer cette argumentation, la réflexion portera sur la méthode archéologique elle-même: est-elle seulement en apparence cognitive, mais en fait paradigmatique? Et sous quelles conditions une méthode paradigmatique peut-elle devenir cognitive? Si nous savons résoudre ce paradoxe, alors nous aurons également la réponse à la réalité de la troisième approche, celle de l'Archéologie post-moderne.

2. *Les sources de la connaissance en Archéologie.*

Les objets que manipulent les raisonnements archéologiques sont des artefacts (ou vestiges matériels), des ensembles d'artefacts (qui appartiennent à une structure identifiée, physique (niveau, structure d'habitat) ou logique (artefacts de même type, ayant un caractère en commun, etc.), et des objets méthodologiques (concepts inventés par l'archéologue pour appliquer une méthode à une action archéologique: zone, carré, prélèvement, sondage, coupe, échantillon, etc.). On parlera d'objets physiques pour désigner les artefacts, et d'objets logiques pour parler des objets toutes catégories confondues.

Les objets décrits précédemment sont porteurs d'informations. Ces informations peuvent être classées dans plusieurs catégories:

- Les informations intrinsèques, nommées I, sont des représentations de l'objet, résultats d'une interaction entre l'objet archéologique et

l'archéologue qui le perçoit et le décrit. L'information I est une connaissance de l'objet.

- Les informations extrinsèques, nommées E, sont des informations qui enregistrent tous les contextes de l'objet : sa position stratigraphique et planigraphique, son environnement, ses relations avec les objets voisins, etc. Elle est le résultat de la finesse et de la qualité du processus de prospection et de fouilles archéologiques.
- Les informations administratives qui renseignent sur la gestion de la fouille (dates, archéologues, références de documents, propriété, archivage, conservation, enregistrement, procédures, etc.).

3. Une formalisation de la modélisation archéologique en trois niveaux.

Les travaux de sémiotique de Peirce (1992 : Lectures of 1898) l'ont amené, à l'occasion de publications de nombreuses fois reprises, à proposer une décomposition des processus de formalisation en trois niveaux. Cette décomposition trouve un champ d'application immense dans de nombreuses sciences comme les sciences humaines, les sciences sociales, la physique, les systèmes, etc. Le développement des sciences cognitives a donné un nouvel éclairage à ces travaux précurseurs qui datent de la seconde moitié du XIX^e siècle.

Pour ne citer qu'un seul exemple dans les Sciences humaines, Richard *et al.* (1990), dans une introduction à un traité de Psychologie cognitive, ont proposé de distinguer trois niveaux de traitements cognitifs :

- un niveau infra-sémantique, qui est celui de l'acquisition d'un signal fourni par des systèmes spécialisés dans l'extraction et l'analyse des informations issues de nos activités sensori-motrices ;
- un niveau sémantique d'identification des objets réels ou virtuels, aboutissant à des structurations de l'espace-temps ;
- un niveau sémantique du traitement des significations en vue d'élaborer des décisions d'action.

Dans le domaine des systèmes, il est également possible de distinguer trois niveaux équivalents :

- un niveau d'acquisition des informations, au moyen de capteurs variés ;
- un niveau de reconnaissance de formes ;
- un niveau de diagnostic, permettant une décision.

La même décomposition s'applique également en Archéologie, où les trois niveaux peuvent être définis comme suit :

- A Acquisition ;
- S Structuration ;
- R Reconstitution.

Il est facile de reconnaître dans le premier niveau A, le niveau d'acquisition de l'information intrinsèque (interaction cognitive archéologue-objet) et de l'information extrinsèque (enregistrement pendant les opérations de prospection et de fouilles).

Le niveau S est le niveau de structuration, obtenu par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques (structuration intrinsèque) ou par des mécanismes de corrélation entre informations intrinsèques et informations extrinsèques (structuration extrinsèque). C'est le niveau où l'archéologie quantitative entre en jeu, permettant le recours à des techniques statistiques élémentaires, aux graphiques et à l'analyse des données : typologies, analyse spatiale, caractérisation physico-chimique, etc.

Le niveau R, enfin, est celui de la reconstitution du système archéologique dans sa totalité, à partir des résultats des niveaux A et S. Le mot reconstitution peut surprendre un lecteur qui se serait attendu ici plutôt au terme de modélisation. C'est que le mot est trop ambigu, obligeant à laisser son utilisation à la seule modélisation d'un système connu parce que vivant, à l'opposé du système archéologique inconnu parce que disparu. Le modèle est une réduction maîtrisée d'un système complexe et riche alors que le modèle archéologique est une extension d'un système pauvre et lacunaire. Il y a dans cette remarque toute la complexité ou l'impossibilité, bien connu dans la littérature depuis les travaux de la *New Archaeology*, des tentatives de reconstitution archéologique.

Cette introduction à ce concept des trois niveaux de formalisation permet immédiatement de mettre en évidence trois problèmes méthodologiques fondamentaux rencontrés en Archéologie, quelles que soient les périodes et les régions étudiées.

Le premier est le problème de la *connaissance des A*, qui se pose de la façon la plus spectaculaire en imaginant l'attitude intellectuelle du premier archéologue devant le premier artefact inconnu. Il appartient aujourd'hui au domaine des sciences cognitives.

Le deuxième problème est celui de *l'enrichissement des S*. Il est bien connu de tous ceux qui sont familiers des polémiques entre structuralistes et

destructuralistes. Il est possible de le résoudre en proposant une distinction entre l'existence d'une structure et son interprétation. En effet, toutes données, par des jeux de corrélation (qui ne sont pas forcément des causalités), créent de structures de données. Sans méthodes appropriées, ces structures peuvent être des structures mélangées interprétables ou interprétées à tort. Une structure est utile dans une démarche cognitive, que si elle est enrichie itérativement par des corrélations intrinsèques et extrinsèques supplémentaires, qui en quelque sorte crée l'ossature d'un système. La méthode du triplet (I, E, S) que nous avons proposé (Djindjian, 1980) est un exemple de méthode d'enrichissement des S (cf. *infra*).

Le troisième problème, est celui du passage de S vers R. C'est celui-là qui explique le titre proposé sur les modèles cognitifs et les modèles paradigmatiques en Archéologie.

4. La connaissance A.

D'où provient la connaissance que l'on a des choses en Archéologie? Question sans objet du théoricien qui ratiocine? Un marteau du II^e siècle ne ressemble-t-il pas à un marteau du XX^e siècle? Et une pièce de monnaie reste une pièce de monnaie de la première pièce frappée de l'Histoire à l'Euro de cette année. Mais un biface pris pour une pierre de foudre, une écriture indéchiffrable, un alliage inconnu, un dégraissant inusité, un système de voûte impossible à reconstruire, un bâtiment à la fonction indéterminable, un temple à la religion mystérieuse, une pierre à fusil pour qui ne connaît pas le fusil, une sculpture au style si étrange qu'il inspire les artistes contemporains, tous ces exemples, choisis parmi une infinité d'autres, montrent combien la question du «comment connaît-on», en Archéologie, est une question théorique fondamentale.

Le premier type de connaissance vient des connaissances antérieures, celle des autres, avant nous, qu'ils ont transmis par des livres, des enseignements, des publications scientifiques, de même que nous transmettons nos connaissances aux autres par les mêmes vecteurs. Ce mode n'explique évidemment rien. Il décrit simplement un processus de transmission de cette connaissance.

Une deuxième type de connaissance vient des sources historiques, textes et inscriptions, qui disent les choses, en informant ou en désinformant. Comment vérifier?

Le troisième type de connaissance est la connaissance par analogies. L'archéologue ne connaît pas: il reconnaît. Il est possible de décrire trois catégories de processus analogiques.

L'analogie contemporaine fait que la société dans laquelle nous vivons n'est pas sans rapport avec celles disparues que nous étudions. A condition que l'archéologue s'intéresse à la société dans laquelle il vit, et que sa passion pour l'archéologie ne traduise pas seulement son envie de la fuir. Certes, cette analogie contemporaine nous influence, en nous amenant inconsciemment à projeter les sociétés modernes sur les sociétés anciennes, en ne faisant que ça comme pensent les tenants de l'Archéologie post-moderne, mais elle nous apprend aussi et surtout le bon sens, la vertu de ce qui est simple, de ce qui est réaliste, de ce qui fonctionne, de ce qui s'adapte, bref de ce qui survit.

L'analogie ethnographique, qui complète utilement la précédente, nous permet de trouver des rapports avec des sociétés contemporaines, dites jadis «primitives», qui fonctionnent avec les mêmes types de société que les civilisations anciennes: chasseurs-cueilleurs, agriculture itinérante, nomades, etc. Souvent vilipendée à cause de ses excès dans les pays aux longues histoires coloniales, référence obligatoire dans les pays aux traditions d'anthropologie culturelle, l'analogie ethnographique connaît des modes mais reste un outil de connaissance indispensable pour la connaissance des périodes les plus anciennes.

L'analogie expérimentale amène l'archéologue à faire l'apprentissage des gestes pour reproduire les mêmes techniques, fabriquer les mêmes objets. Il n'y a certes pas démonstration mais seulement analogie. Mais il y a l'acquisition de l'intelligence de gestes, de savoir-faire, de méthodes : tailler le silex, fabriquer les céramiques, forger les métaux, bâtir des palais et des monuments religieux, irriguer un territoire, construire un bateau, protéger une ville, etc. L'analogie expérimentale conduit l'archéologue à vouloir savoir tout faire pour pouvoir en parler: le métier le plus difficile du monde.

Il y a enfin et heureusement un quatrième type de connaissance, celui qui résulte de l'aboutissement heureux d'un processus cognitif: un raisonnement, enchaînant les faits, corrélant les données, vérifiant les hypothèses, qui produit des connaissances irréfutables, source des connaissances antérieures, de notre premier paragraphe. Celui-ci s'appuie sur les analogies précédentes et sur les données archéologiques pour retrouver cette connaissance qui a disparue.

La connaissance A résulte de l'apport de tous ces mécanismes de production raisonnée de connaissance, auxquels il faut rajouter ceux qui sont inconscients mais pas irraisonnés, les mécanismes basés sur l'intuition.

5. *L'enrichissement des structures.*

C'est dans la seconde moitié du XIX^e siècle, que la méthode archéologique s'est progressivement constituée, avec l'action d'archéologues comme Montelius (1885) en Suède, Pétrie (1889) au Royaume-Uni, Déchelette en France, en développant essentiellement deux thèmes :

- la typologie des artefacts ;
- les études spatio-temporelles (chronologie et territoires).

Ces méthodes sont des opérations de structuration intrinsèques pour la typologie et de structuration extrinsèques pour les études spatio-temporelles, qui analysent les corrélations entre les types et le temps pour la chronologie, les types et l'espace pour les territoires.

Ces structurations ont conduit à l'élaboration du concept de cultures en Préhistoire, qui a rencontré le succès que l'on sait. Pourtant, les divergences observées au I^{er} millénaire avant, entre les cultures archéologiques et les peuplements décrits par les premiers textes historiques auraient pu entraîner une remise en question de ce concept de cultures. Il y a là un exemple caractéristique des dérives sémantiques progressives entre les structures observées et leurs interprétations. De nombreux autres exemples montrent que cette question se situe à un niveau plus général dans l'Archéologie : les «cultures» moustériennes, les «ethnies» du paléolithique supérieur, la «civilisation» campaniforme, la «civilisation» des champs d'urnes.

Les structurations sont le résultat de corrélations $I \times I$ et de corrélations $I \times E$, jadis de façon informelle et qualitative (érudition) ou aujourd'hui de façon formelle, quantitative et graphique (démonstration). Les techniques de corrélation utilisées appartiennent à l'arsenal des techniques graphiques, statistiques élémentaires et naturellement à l'analyse des données qui, depuis la fin des années 70, a apporté là une contribution majeure à la méthode archéologique.

Les débats entre structuralistes et déstructuralistes ont bien montré que le seul jeu de corrélations ne suffit pas à faire émerger des structures susceptibles de tout expliquer. Dans certains cas, les structures révèlent des

corrélations n'ayant qu'une portée limitée, mais desquelles on voudrait tirer des conséquences fortes. Dans d'autres cas, les structures ne sont bien souvent que des mélanges de structures, qui obscurcissent plus qu'elles n'éclairent les mécanismes internes d'un système. Car l'objet d'une structuration, par des processus d'enrichissement et de complétude progressifs, c'est de fournir une ossature explicative interne au système étudié, que ce soit en ethnologie, en archéologie, en linguistique, en sociologie.

Comme l'a dit Levi-Strauss (1958) : «une structure offre un caractère de système. Elle consiste en éléments tels que la modification de l'un quelconque d'entre eux entraîne une modification de tous les autres».

La question posée est donc celle de trouver des méthodes pour enrichir le pouvoir systémique des structures. La méthode du triplet systémique (Djindjian, 1980) est une méthode basée sur une approche systémique visant à formaliser et à enrichir l'étape de structuration. Elle permet une utilisation contrôlée des techniques quantitatives de structuration de l'analyse des données. L'approche consiste à définir premièrement un système S (physique ou logique) d'objets O, sur lequel va s'appliquer le mécanisme cognitif projeté par la problématique archéologique explicitée initialement. Trois entités définissent le triplet systémique S (O, I, E) : les objets O, l'information intrinsèque I et l'information extrinsèque E.

- Etape 1 : Définition du système S.

Le système S est lui-même défini, par un ensemble de valeurs constantes de E, comme par exemple les objets d'une même unité stratigraphique (ensemble clos), d'une même sépulture, les peintures d'une même grotte ornée, les outils d'une même structure d'habitat, les structures urbaines contemporaines d'un même territoire, etc. qui peuvent toutes être définies par un jeu de valeurs constantes d'informations extrinsèques de type T (temps), H (structure d'habitat), R (territoire), L (localisation), M (origine), EV (environnement), EC (économie), etc.

- Etape 2 : Perception et description des informations intrinsèques I.

- Etape 3 : Enregistrement des informations extrinsèques E.

- Etape 4 : Formalisation de la structuration :

- structurer le système formalisé par le tableau objets x description des objets (O x I), qui fournit des structures de partitions (classifications ou typologies) ou des structures

sérielles (sériations), donnant un nouvel ordre sur O, soit O+, et des corrélations sur I, soit I+. Le système passe alors de l'état cognitif S (O, I) à l'état S+ (O+, I+). Cette structuration est appelée structuration intrinsèque.

- structurer le système formalisé par le tableau d'occurrence (I x E), qui fournit des structures de correspondances entre les deux ensembles d'informations, structuration en faciès chronologiques pour E=T, structuration spatiale pour E=H ou L, déterminisme environnemental pour E = Ev, etc. Le système passe alors d'un état cognitif S (O, I, E) à un état cognitif S+ (O+, I+, E+). Cette structuration est appelée structuration extrinsèque.
- Etape 5 : Application des techniques d'analyse des données sur les tableaux (O x I) ou (I x E).
- Etape 6 : Rétroactions par retour sur I et E.
- Etape 7 : Enrichissements progressifs par intégration de nouveaux I et E.
- Etape 8 : Validation (sur un autre système de O, par une autre corrélation E, etc.).

De multiples exemples peuvent être fournis qui démontrent la généralité de l'approche et sa potentialité pour la formalisation de l'étape de structuration, qui dépassent largement l'application à l'Archéologie.

Une petite étude sans prétention de Barrandon et Irigoien (1979) sur la fabrication du papier aux XVII^e et XVIII^e siècle en Europe peut illustrer rapidement ce propos.

Après avoir analysé par activation neutronique (I = caractérisation physico-chimique), une série de papiers (O = papiers définis par T = XVII^e et XVIII^e siècles et L = Europe occidentale), les auteurs mettent en évidence une structure en deux classes (structuration intrinsèque fournissant une partition), caractérisée par l'arsenic et le cobalt (nouvel I = I+ responsable de cette structure mais quelle en est la signification intrinsèque?). Les deux classes correspondant en fait respectivement à des papiers de fabrication angoumoise et hollandaise (structuration extrinsèque par E = L, localisation des papiers). La différence de composition s'explique par ajout dans le papier hollandais d'un minerai au pouvoir blanchissant, la smaltine (CO,NI)AS₃, (explication par une information intrinsèque d'ordre

supérieur), confirmé par la mesure de la teneur en Nickel de l'échantillon: $(\text{CO}_{0,7}\text{NI}_{0,3})\text{AS}_3$. Cette innovation a été pratiquée à partir de 1748, comme le montrent des analyses de papiers hollandais fabriqués entre 1650 et 1810 (structuration par une information extrinsèque chronologique T). Cette étude met en évidence le pouvoir cognitif des structurations intrinsèques et extrinsèques successives, permettant d'aboutir finalement par un jeu de rétroactions à une compréhension globale du système étudié.

7. Comment passer de S à R?

Comment passer de structures aux explications limitées à une reconstitution offrant une vision systémique globale? La question vaut d'être posée parce que la problématique est récente.

N'a-t-elle pas en effet été posée par la *New Archaeology* américaine, derrière Binford et Binford (1966) et anglaise, derrière Clarke (1968) que fort récemment dans les années 1950? Jusqu'alors l'Archéologie mondiale se satisfaisait de se limiter à l'étape de structuration spatio-temporelle, sans aller plus loin dans la reconstitution sauf quand les écrits historiques le faisaient d'eux-mêmes (Archéologie classique européenne).

Une première méthode est l'approche empirico-inductive, chère aux Sciences Naturelles, basée sur l'acquisition des données, la corrélation des faits, la construction de propositions, la recherche de leur généralisation, la validation ou la réfutation de ces généralisations. Force est de constater que l'approche montre des faiblesses dans la dernière partie de son programme, à partir de la construction des propositions. Statique à l'intérieur de son domaine syllogistique, la méthode ne peut guère d'elle-même forcer l'archéologue à aller acquérir les données nécessaires à des reconstitutions plus ambitieuses. Le domaine archéologique en effet n'est pas seulement un champ d'observations comme dans les Sciences naturelles mais aussi un champ d'expériences, comme nous le verrons plus loin. En conclusion, avec l'approche empirico-inductive, soit l'archéologue reste à un niveau de structuration, soit il surinterprète les structures sans raisonnement logique, sous des influences culturelles inconscientes que les archéologues post-modernes ont bien démontées. Tout devient alors « Culture ».

Une deuxième méthode est de chercher un fil d'Ariane qui va permettre cette montée cognitive de S vers R. Ces fils d'Ariane sont des lois universelles, qui s'appliqueraient de tous temps en tout lieu, quelles que soient les sociétés concernées.

L'Écologie a influencé l'Archéologie avec l'Écologie culturelle, qui cherche à expliquer les comportements et les productions anthropiques par des adaptations aux environnements et leurs changements par des évolutions de ces environnements.

La Sociologie a inspiré la *New Archaeology* pour mettre en évidence des lois sociales universelles, comme le fonctionnalisme. L'Anthropologie structurale a par contre peu inspiré les archéologues.

Les Sciences politiques ont apporté à l'Archéologie des modèles marxistes, qui prônent l'importance des hiérarchies sociales, des pouvoirs et du contrôle des richesses dans le fonctionnement des sociétés passées.

Toutes ces approches, quelle que soit leur origine académique, possèdent en commun le caractère d'être des *axiomes ou des a priori*, posés sans autre souci de justification que leur intérêt potentiel, non sans quelques idéologies sous-jacentes conscientes et inconscientes.

Ces axiomes, appliqués en Archéologie, vont contribuer à reconstituer des sociétés mais à la différence des mathématiques où ils ne sont que des créations logiques, c'est-à-dire axiomatiques, en Archéologie, ces reconstitutions deviennent réelles dès qu'elles sont publiées. C'est la raison pour laquelle, les propositions de Kuhn (1970) ont rencontré un tel succès en Sciences Humaines, quand il parle de «changer de paradigme» expression devenue célèbre pour sortir d'une voie de recherche épuisée, qui ne produit plus guère que des blocages, des contradictions et des réfutations. On oublie cependant vite que le nouveau paradigme n'est pas plus définitif que le précédent, à moins d'en avoir été conscient dès le début et de vouloir le cacher.

Ce sont les modélisations du système basées sur cette approche que nous appellerons par la suite modèles paradigmatiques, dans le sens où ils possèdent des *a priori* dans les explications qui sous-tendent les reconstitutions.

L'insuffisance des données archéologiques pour nourrir des modèles (et non l'inverse dans la modélisation dans le monde moderne) et la présence de ces *a priori* dans la construction du modèle, qui crée des tautologies, font que généralement tous les modèles marchent! En d'autres termes, il n'y a pas de mécanismes de réfutation interne à la méthode utilisée.

Une troisième méthode est basée sur une approche qui a connu une vogue spectaculaire dans les années 80, avant de disparaître aussi

brutalement : les systèmes experts. Les systèmes experts ont été appliqués dans les sciences humaines (Gardin *et al.*, 1987) dans plusieurs voies différentes:

- la première, correspondant à ses objectifs originaux, était la modélisation du raisonnement d'un expert; le fonctionnement informatique du modèle permettait d'obtenir des diagnostics automatiques ;
- la deuxième était la modélisation d'un système, dont la simulation permettait de tester le comportement du modèle dans la transformation de l'univers des règles et des faits ;
- la troisième, utilisée par J.-Cl. Gardin, était un moyen de formaliser les discours dans les Sciences humaines, permettant d'en tester la rigueur logique, comme outil automatique de l'analyse logiciste.

La première comme la troisième approche ne rentrent pas dans le sujet qui nous concerne ici, de la recherche d'une méthode de passage de S vers R.

La deuxième, par contre, est une approche de modélisation. Du fait des divergences inhérentes à la technique elle-même et qui se manifestent d'autant plus en Sciences Humaines, les règles quand elles sont à un niveau élevé de reconstitution, sont floues et ambiguës et font diverger le système expert et quand elles sont à un niveau bas de reconstitution, sont stables mais rendent inopérant le système expert. Les mêmes raisons, peu ou prou, ont entraîné l'échec opérationnel de systèmes experts dans le monde opérationnel, qui ont été abandonnées.

Une quatrième méthode, que nous appelons «modèles cognitifs» et que nous nous proposons de développer ici, est une nouvelle tentative pour définir une méthode, pouvant se passer de tout a priori, et capable d'atteindre un certain niveau de reconstitution à un instant donné. Il est en outre possible de formaliser un discours à partir de ce modèle et d'en tester la rigueur logique.

7. Les modèles paradigmatiques.

Le paradigme pose par axiome des connaissances A_j et des structurations S_j facilitant le passage de S vers R, comme l'illustre le schéma suivant :

$$\begin{array}{ccc}
 A\text{-----} & S\text{-----} & R_j \\
 +A_j & +S_j &
 \end{array}$$

Le modèle construit R_i possède les propriétés suivantes: il est universel (conséquence de l'axiome préalable), logique (résultant d'un raisonnement formalisé) et plausible (non contredit pas les données disponibles).

Si l'axiome de départ est changé, c'est-à-dire si A_i et S_i sont modifiés, la reconstitution R_i est modifiée: elle n'est donc pas stable. Elle entraîne une extension, une réduction ou des changements de contenu des R_i .

Ces modifications peuvent intervenir sous l'effet de plusieurs causes:

- les contradictions à un instant donné entre les données A et A_i , qui obligent à reconsidérer les A_i ;

- l'archéologue, qui par souci de prendre des points de vue opposés de ceux de ses prédécesseurs, change les A_i et les S_i ;

- l'évolution des idées dans le monde académique, qui amène à remplacer un axiome considéré comme obsolète par un nouvel axiome à la mode ;

- l'évolution des connaissances, qui entrent en contradiction avec les A_i et les S_i ;

- l'évolution méthodologique, qui permet de trouver les moyens d'acquisition des A_i et de pouvoir mettre en évidence et enrichir des S_i , différents de ceux posés axiomatiquement ;

- les études post-modernes, qui permettent de mettre en évidence les influences culturelles et idéologiques, sous-jacentes aux axiomes des modèles paradigmatiques.

Les exemples sont nombreux dans la littérature archéologique de ces modèles paradigmatiques.

La théorie de l'évolution (Darwinisme) a été appliquée aux études paléolithiques dans la deuxième moitié du XIX^e siècle. L'évolution s'appliquait alors autant à l'anthropologie physique (évolution de l'homme) qu'à ses productions (évolution des outils). On connaît les erreurs graves de ce paradigme sur la chronologie des industries de G. de Mortillet (refus de l'existence des industries du début du paléolithique supérieur entre 40000 et 20000 BP pour justifier l'évolution technique des pièces bifaciales entre Acheuléen, Moustérien à bifaces et Solutréen à feuilles de Laurier et la polémique avec l'abbé Breuil jusqu'en 1911).

Le fonctionnalisme a poussé Binford à rejeter les cultures moustériennes proposées par F. Bordes (avec raison) et à les remplacer (à tort) par un modèle basé sur la spécialisation des habitats. Toujours de

Binford, la proposition de la pratique du charonnage comme stade technique précédent la chasse chez les populations du paléolithique ancien et moyen. L'idée a été reprise pour le paléolithique supérieur, par les tenants d'une archéologie post-moderne féministe, pour dénier aux chasseurs paléolithiques la capacité de chasser le mammouth.

Dans les années 30, en Union soviétique, l'académicien N. Marr a proposé un paradigme basé sur l'évolution des systèmes sociaux, par stades successifs, à partir des idées du français Levy-Bruhl. Ce paradigme a eu une influence considérable sur les reconstitutions des archéologues soviétiques dans les années 30, jusqu'à sa condamnation par Staline lui-même, à l'origine pendant plusieurs décennies d'une réticence de l'archéologie soviétique vis-à-vis de toute tentative de reconstitution de niveau R.

L'archéologie européenne, profondément influencée par les écrits des auteurs classiques, a expliqué les disparitions de civilisations par des destructions, consécutives à l'arrivée d'invasions de populations étrangères. Les nombreuses polémiques sur l'existence ou non d'une civilisation campaniforme et d'une civilisation des champs d'urnes, supposés matérialiser l'arrivée de peuples indo-européens, que d'autres ont vu avec les premiers néolithiques (Renfrew) ou d'autres encore avec les premiers *Homo sapiens sapiens* (Otte) montrent à quel point le fossé existe entre les données de la culture matérielle et les reconstitutions en termes de processus historiques de peuplement.

Renfrew, en se basant sur les modèles de la théorie des catastrophes de R. Thom, a montré qu'une civilisation pouvait s'effondrer d'elle-même sans l'influence extérieure d'une invasion, sous le seul effet d'un collapse interne (Renfrew et Cooke, 1979).

Les études économiques en archéologie, sont irriguées par trois paradigmes contradictoires dont les reconstitutions diffèrent. L'approche substantiviste voit les mécanismes économiques à travers des systèmes d'échanges, matérialisant des systèmes sociaux. L'approche formaliste les fonde sur le concept de la minimisation de l'effort. L'approche néo-marxiste les traduit par la mise en place de systèmes de domination.

Les modèles de reconstitution socio-politique que A. Guidi étudie dans ce volume sont encore d'autres exemples de ces modèles paradigmatiques, que des analyses post-modernes excellent à démontrer. Néanmoins, l'archéologie post-moderne, dans son attitude de nier toute capacité scientifique aux archéologues, autrement que de vouloir projeter,

consciemment ou inconsciemment leur culture et leur idéologie, sur les vestiges archéologiques, est aussi un paradigme, de nature méthodologique cette fois, tout comme les excès de scientificité de la *New Archaeology*, inspiré des travaux de Hempel, qui peuvent être perçus comme une tendance dure des approches logiques de l'école de Vienne.

8. *Le modèle cognitif.*

Le modèle cognitif a pour ambition de fournir un cadre méthodologique à un processus formalisé ayant la capacité de fournir un certain passage de A vers R.

Le cahier des charges technique que doit respecter le modèle cognitif est le suivant:

explicite,

les données et leurs contraintes (limites de validité, incertitudes), les règles et leurs domaines d'application sont explicitées ;

formalisé,

la définition du modèle est le résultat d'un processus formalisé, progressif, itératif, réalisé par étapes successives ;

répétitif,

le modèle est indépendant de l'archéologue qui l'a réalisé ;

stable,

le modèle n'est pas remis en cause par des données nouvelles, inconnues au moment de son élaboration ;

systémique,

le modèle représente un système ;

réfutable,

le modèle doit contenir des mécanismes de corrélation en suffisant grand nombre pour lui permettre d'assurer sa propre réfutabilité (au sens de Popper) ;

prédictif,

le fonctionnement du modèle doit pouvoir produire des prédictions, qui pourront être vérifiées ;

discursif,

le modèle est décrit par un discours, respectant les règles d'une grammaire logique ;

auditable,

la logique du discours du modèle peut être vérifiée par des techniques comme l'analyse logiciste (cf. Gardin, ce volume).

L'élaboration d'un modèle cognitif bénéficie d'apports méthodologiques nouveaux, par rapport aux modèles élaborés par l'archéologie processuelle, dans les années 70.

1. *Amélioration de la connaissance A*, par la maîtrise des analogies et le développement des expérimentations, dans une approche d'apprentissage progressif, prônée par les sciences cognitives.

2. *Découverte de structures S*, par la mise en oeuvre de méthodes d'analyse des données (Doran et Hodson, 1975 ; Djindjian, 1991 ; Baxter, 1994).

3. *Enrichissement des structures S*, par la mise en oeuvre de méthodes comme celles du triplet systémique (Djindjian, 1980, 1996).

4. *Décomposition systémique de R*, en sous-systèmes élémentaires. On peut ici distinguer plusieurs niveaux de sous-systèmes emboîtés, des plus facilement au plus difficilement reconstituables:

Niveau 1 : sous-système des savoir-faire technologiques

Niveau 2 : sous-système des activités économiques

production artisanale,

approvisionnement en matières premières,

constructions (habitats, infrastructures),

échanges et commerce,

ressources alimentaires,

ressources énergétiques,

etc.

Niveau 3 : sous-système des organisations familiales, sociales et politiques,

Niveau 4 : sous-système des idées et croyances,

Niveau 5 : système global.

Il est possible de trouver dans la littérature des applications de modélisation réussies des sous-systèmes de niveau 1 et 2, mais beaucoup plus rarement de niveau 3, exceptionnellement de niveau 4 en préhistoire.

5. *Construction des modèles*, utilisant à la fois des techniques quantitatives de modélisation (Doran, 1990) et des techniques de raisonnement par enchaînement logique de propositions (avec des systèmes de règles non combinatoires plutôt qu'avec des systèmes experts).

Les modélisations mathématiques possèdent un ensemble de techniques variées qui ont été appliquées en Archéologie, parfois avec succès, comme les modèles quantitatifs (Jochim, 1976; Keene, 1979; Zubrow, 1975), la programmation linéaire (Belovsky, 1987), la méthode de Monte-Carlo (Wobst, 1974), la dynamique des systèmes (Ammermann et Cavalli-Sforza, 1973 ; Renfrew et Cooke, 1979), la théorie des jeux (Doran, 1987).

6. *Validation du modèle par réduction du champ des possibles* (au sens de Gardin, 1991).

7. *Rétro-actions* pour enrichir et stabiliser le modèle.

8. *Ecriture du modèle* sous forme quantitative (système d'équations) et qualitative à l'aide d'une grammaire logique comme celle proposé par Langacker (1987).

9. *Simulation du modèle*, pour en vérifier les prédictions.

Une des façons les plus simples d'obtenir des prédictions est de simuler une modélisation mathématique dans le temps (Ammermann et Cavalli-Sforza, 1973, pour la néolithisation de l'Europe; Renfrew et Cooke, 1979, pour le collapse de la civilisation Maya; Hassan, 1977, pour les origines de l'agriculture au Proche-Orient; Doran, 1987, pour les origines de la complexification sociale; Francfort dans Gardin *et al.*, 1987, pour l'urbanisation des cités d'Asie centrale, etc.).

9. *Le modèle cognitif est-il un modèle paradigmatique caché?*

Comment peut-on être sûr que les contraintes et les améliorations que le modèle cognitif apporte sont suffisantes pour ne pas cacher quelques faiblesses ou lacunes, qu'un a priori inconscient viendrait relayer?

Voici quelques exemples d'incidents qui remettent en cause l'exactitude d'un modèle cognitif :

A-----	S-----	R
A + e-----	S'-----	R'
A-----	S + e-----	R''

Un exemple classique est la prise en compte d'une datation absolue erronée (A) qui fausse la chronologie du modèle de reconstitution d'un peuplement. Un autre exemple classique est la prise en compte dans une analyse spatiale régionale S d'un site non contemporain des autres sites. Dans une recherche d'origine, l'attribution à la source de matière première la plus proche de la provenance d'objets S, dont la vraie source n'a pas été découverte.

- *L'absence volontaire ou obligée de structure* : Quand le passage par l'étape S est impossible ou occulté, le passage direct de A vers R ne permet plus de valider un quelconque raisonnement logique formalisé.

A----- R, R', R'' etc.

Trois exemples illustrent bien ce cas.

Dans le premier, les origines de l'homme, l'insuffisance des données A permet de créer presque autant de rameaux phylogénétiques que de fossiles découverts, c'est-à-dire autant de R que de spécialistes du domaine. Dans le deuxième, l'art pariétal, l'absence presque complète de données extrinsèques E, empêche toute tentative de structuration S, entraînant là aussi autant de R que de spécialistes reconnus. Le troisième est le cas du spécialiste qui s'autoproclame expert sans expliciter les arguments de son diagnostic.

10. Un modèle paradigmatique peut-il devenir un modèle cognitif?

Ainsi, si nous ne sommes pas totalement sûr que notre modèle cognitif ne serait pas en partie paradigmatique (les archéologues post-modernes pensent eux qu'ils le sont tous!), à l'inverse pouvons-nous être optimiste en voyant si les modèles paradigmatiques peuvent devenir cognitifs et si oui, sous quelle condition?

La première voie est la substitution d'un *a priori* par une connaissance ou une structure, résultant de la bonne application d'une méthode. Ainsi pourquoi continuer à poser un *a priori* sur l'Ecologie culturelle s'il est possible d'acquérir les données de paléoenvironnement et de les corrélérer

avec les données des vestiges matériels? Pourquoi continuer à poser un a priori sur le fonctionnalisme s'il est possible de reconnaître l'usage des vestiges matériels et de les corrélés avec des activités exercées dans le site? Avec le temps, l'amélioration des techniques d'acquisition des données I et E, permet de progresser dans cette voie sans limitation prévisible à condition de laisser largement ouverte la voie de la pluridisciplinarité.

La seconde voie est le recours à l'archéologie post-moderne, dans sa capacité de mener des analyses objectives, permettant de détecter des a priori inconscients dans les reconstitutions établies.

Malheureusement, ces processus sont extrêmement lents et les évolutions sont parfois liées à des apports externes à la discipline archéologique. L'enrichissement des connaissances en Archéologie se fait souvent au rythme de la génération.

11. Conclusion.

La distinction inattendue qui a été faite ici entre modèles paradigmatiques et modèles cognitifs a pour but de montrer que la voie scientifique peut être appliquée et adaptée à l'Archéologie, et plus généralement à toutes les Sciences Humaines. Plus qu'une troisième voie, ni Sciences ni Lettres, qu'on s'épuiserait à chercher, c'est plutôt la voie scientifique qu'il faut prolonger, en lui adjoignant des méthodes et des outils complémentaires.

BIBLIOGRAPHIE

- AMMERMANN A.J., CAVALLI SFORZA L.L., 1973. *A population model for the diffusion of early farming in Europe*. In: C. RENFREW (ed.), *The explanation of culture change*. Duckworth, London: 343-358.
- BARRANDON J.N., IRIGOIN J., 1979. *Papiers de Hollande et papiers d'Angoumois de 1650 à 1810*. *Archaeometry*, 10: 101-106.
- BAXTER M.S., 1994. *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- BELOVSKY G.E., 1987. *Hunter-gatherer foraging: a linear programming approach*. *Journal of Anthropological Archaeology*, 7: 163-202.
- BINFORD L.R., BINFORD S.R., 1966. *A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies*. *American Anthropologist*, 68: 238-295.

- CLARKE D.L., 1968. *Analytical Archaeology*. Methuen, London.
- DJINDJIAN F., 1980. *Constructions de systèmes d'aides à la connaissance en archéologie préhistorique. Structuration et Affectation: méthodes et algorithmes*. 2 vol. Thèse 3^o cycle Archéologie préhistorique, Université de Paris I, Paris.
- DJINDJIAN F., 1991. *Méthodes pour l'Archéologie*. Armand Colin, Paris.
- DJINDJIAN F., 1996. *L'apport des Sciences cognitives à l'Archéologie*. XIII^o Congrès UISPP. Forlì (Italie) 8-14/09/1996. Colloque n^o I, 1 : 17-28.
- DORAN J.E., 1987. *Anthropological archaeology, computational modelling and expert systems*. In: M.S. ALDENDERFER (ed.), *Quantitative Research in Archaeology: Progress and Prospects*. Sage Publications, Newbury Park: 73-88.
- DORAN J., 1990. *Computer-based simulation and formal modelling in Archaeology*. In: A. VOORIPS (ed.), *Mathematics and Information Science in Archaeology: a flexible framework* (Studies in Modern Archaeology, 3). Holos, Bonn: 93-114.
- DORAN J.E., HODSON F.R., 1975. *Mathematics and Computers in Archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- GARDIN J.-CL., 1991. *Le Calcul et la Raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Editions de l'EHESS, Paris.
- GARDIN J.-CL. et al., 1987. *Systèmes experts et sciences humaines: la cas de l'Archéologie*. Eyrolles, Paris.
- HASSAN F.A., 1977. *The dynamic of agricultural origins in Palestine: a theoretical model*. In: C. REED (ed.), *Agricultural origins*. Mouton, La Hague: 589-610.
- JOCHIM M.A., 1976. *Hunter-gatherer subsistence and settlement: a predictive model*. Academic Press, New York.
- KEENE A.S., 1979. *Economic optimisation models and the study of hunter-gatherer subsistence settlement systems*. In: C. RENFREW, K.L. COOKE (eds.), *Transformations: mathematical approaches to culture change*. Academic Press, New York: 369-404.
- KUHN T.S., 1970. *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press, Chicago.
- LANGACKER R., 1987. *Foundations of Cognitive Grammar I: Theoretical Prerequisites*. Stanford University Press.
- LEVI-STRAUSS CL., 1958. *Anthropologie structurale*. Plon, Paris.
- MONTELIUS O., 1885. *Sur la chronologie de l'Âge du Bronze, spécialement en Scandinavie*. Matériaux pour l'Histoire primitive de l'Homme. 19^o année, 3^o série, 2 : 3-8.
- PEIRCE C.S., 1992. *Reasoning and The Logic of Things*. The Cambridge conferences. Lectures of 1898. Harvard University Press, Cambridge.

- PETRIE W.M.F., 1889. *Sequences in prehistoric remains*. Journal of Anthropological Institute, 29: 295-301.
- RENFREW C., COOKE K.L. (eds.), 1979. *Transformations: mathematical approaches to culture change*. Academic Press, New York.
- RICHARD J.F, BONNET C., GHIGLIONE R., 1990. *Traité de psychologie cognitive II*. Dunod, Paris.
- WOBST H.M., 1974. *Boundary conditions for palaeolithic social systems: a simulation approach*. American Antiquity, 39, 2 : 147-170.
- ZUBROW E.B.W., 1975. *Prehistoric carrying capacity : a model*. Cummings.

INDIRIZZI DEGLI AUTORI

AZZENA Giovanni - Sezione di Topografia Antica - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Via Palestro, 63 - 00185 ROMA.

BIETTI Amilcare - Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Istituto di Paleontologia Umana - Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA.

D'ANDRIA Francesco - Dipartimento di Beni Culturali - Università degli Studi di Lecce - Via D. Birago, 64 - 73100 LECCE.
francesco.dandria@unile.it

DJINDJIAN François - Université de Paris 1 - 3, rue Michelet - 70006 PARIS (Francia).

GARDIN Jean-Claude - CNRS - 6, rue des Vertus - 75003 PARIS (Francia)..

GUERMANDI Maria Pia - Regione Emilia -Romagna - Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali - Via Farini, 17 - 40124 BOLOGNA.

GUIDI Alessandro - Dipartimento di Discipline Storiche, Artistiche e Geografiche - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università degli Studi di Verona - Via S. Francesco, 23 - 37129 VERONA. alessandro.guidi@univr.it

GUIMIER-SORBETS Anne-Marie - Université de Paris X - UMR 7041 - ArScAn Archéologies et Systèmes d'Information - (CNRS - Université de Paris I - Université de Paris X) - 21, Allée de l'Université - 92023 NANTERRE Cedex (Francia).

MOSCATI Paola - CNR - Istituto di Studi sulle Civiltà Italiane e del Mediterraneo Antico (ISCIMA) - Viale di Villa Massimo, 29 - 00161 ROMA.
p.moscatti@iscima.cnr.it

ORLANDI Tito - Facoltà di Lettere - Università degli Studi di Roma «La Sapienza» - Piazzale A. Moro, 5 - 00185 ROMA.

SEMERARO Grazia - Dipartimento di Beni Culturali - Università degli Studi di
Lecce - Via D. Birago, 64 - 73100 LECCE. grazia.semeraro@unile.it

INDICE

Comitato ordinatore	Pag. 4
J.-CL. GARDIN – Archéologie et modèles: essai sur les rapports entre les thèmes du Symposium	» 5
A. GUIDI – Archeologia ed evoluzione sociale: modelli teorici a confronto	» 25
P. MOSCATI – Dal dato al modello: l'approccio informatico alla ricerca archeologica sul campo	» 55
F. D'ANDRIA - G. SEMERARO – Applicazioni GIS alla ricerca archeologica. Modelli di formalizzazione dei dati	» 77
G. AZZENA – Modelli conoscitivi e organizzazione dei dati nell'analisi dell'assetto urbano e territoriale in età romana	» 107
A.-M. GUIMIER-SORBETS – Recherche d'information et publication en Archéologie: vers de nouveaux modèles	» 115
A. BIETTI – L'interpretazione del record archeologico: problemi e limiti nell'applicazione della statistica inferenziale dei dati.....	» 131
M.P. GUERMANDI – Il trattamento del dato archeologico in informatica: dai modelli alle modalità	» 145
T. ORLANDI – I modelli fra informatica e tradizione	» 165
F. DJINDJIAN – Modèles «cognitifs» et modèles «paradigmatiques» en Archéologie	» 177
INDIRIZZI DEGLI AUTORI	» 201

**CONTRIBUTI DEL CENTRO LINCEO INTERDISCIPLINARE
«BENIAMINO SEGRE»**

1. AGENO M., *Punti di contatto tra fisica e biologia* (con una Prefazione di Beniamino Segre. Corso di dieci lezioni tenute dal 22 al 26 maggio 1972), 1974.
2. ROSSI B., *Astronomia in raggi X* (Lezioni tenute nel febbraio e marzo 1972, raccolte da Bianca Maria Belli), 1974.
3. TOUSCHEK B., *Sull'insegnamento della teoria dei quanti* (Lezioni tenute nell'aprile 1972), 1975.
4. DIRAC P.A.M., *The Development of Quantum Mechanics* (Conferenza tenuta il 14 aprile 1972), 1974.
5. FERRARO V.C.A., *Il vento solare ed il campo magnetico interplanetario* (Conferenza tenuta il 17 aprile 1972), 1974.
6. Seminari su: «*La Scienza dei Sistemi*» (con una Prefazione di Beniamino Segre). Parte Prima (I Seminario: 30 novembre-4 dicembre 1970; II Seminario: 11-15 gennaio 1971), 1975.
Parte Seconda (III Seminario: 8-12 marzo 1971; IV Seminario: 5-9 aprile 1971; V Seminario: 3-7 maggio 1971; VI Seminario: 24-28 maggio 1971), 1975.
7. Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica*» (Roma, 10-11 gennaio, 17-19 aprile 1974), 1975.
8. NE'EMAN Y., *Patterns and Symmetry in the Structure of Matter* (Conferenza tenuta il 15 dicembre 1973), 1975.
9. SEIDENBERG A., *Constructions in Algebra* (Riassunto delle lezioni tenute nell'ottobre e novembre 1972), 1975.
10. Tavola rotonda sul tema: «*Problemi matematici ed economici odierni sulle assicurazioni*» (Roma, 24-25 novembre 1972), 1975.
11. CAMPA R., *La guerra e il processo di trasformazione tecnologica* (Conferenza tenuta il 26 maggio 1975), 1975.
12. MEDICI M., *Indirizzi verso motori automobilistici meno inquinanti* (Conferenze tenute nel marzo 1973), 1975.
13. Colloquio sul tema: «*Le tecniche di classificazione e loro applicazione linguistica*» (Firenze, 13 dicembre 1972), 1975.
14. GATTO R.R., *Interazioni elettromagnetiche, invarianza di scala e sue possibili estensioni* (Lezioni tenute nel settembre 1972), 1976.
15. II Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica*» (Roma, 19-22 febbraio 1975), 1976.
16. DE GIORGI E., *Convergenza in energia di operatori ellittici* (Conferenza tenuta nel febbraio 1974), 1976.
17. MOISIL G.C., *Sur l'emploi des Mathématiques dans les Sciences de l'homme* (Conferenza tenuta il 5 giugno 1972), 1976.
18. ANDREOTTI A., *Lewy Problem for Cauchy-Riemann Equations* (Lezioni tenute nel febbraio 1973), 1976.
19. ALFONSI D., BALLA M.I., DE SANTIS F., GIORGI G., SCHAERF M., *Struttura di un sistema informativo per un servizio di documentazione scientifica* (Da una manifestazione tenuta nel febbraio 1976 per iniziativa del Centro Linceo e dell'Università di Roma), 1976.
20. TRUESDELL C.A., *Termodinamica razionale* (Corso di lezioni tenute nel gennaio 1973), 1976.
21. TOGNOLI A., *Introduzione alla teoria degli spazi analitici reali* (Lezioni tenute nel febbraio 1973, raccolte da Dina Smit Ghinelli), 1976.
22. HANSON A., REGGE T., TEITELBOIM C., *Constrained Hamiltonian Systems* (Ciclo di lezioni tenute dal 29 aprile al 7 maggio 1974), 1976.
23. CHESTNUT H., *Influence of Technology on Modern World Evolution and Use of Dynamic Models of Macro-Economic Systems in Development Planning*

- (Conferenza tenuta il 21 novembre 1972), 1976.
24. ANDREOTTI A., *Introduzione all'analisi complessa* (Lezioni tenute nel febbraio 1972), 1976.
 25. REGGE T., RASETTI M., *Vortices and Current Algebra* (Conferenze tenute nel giugno 1975), 1976.
 26. SANSONE G., *Studi sulle equazioni differenziali ordinarie nell'ultimo cinquantennio* (Lezione tenuta il 12 dicembre 1975), 1976.
 27. SEGRÉ E., *Personaggi e scoperte nella Fisica contemporanea* (Ciclo di lezioni tenute dal novembre 1972 fino al marzo 1973), 1976.
 28. Seminario sui: «*Sistemi di reperimento e selezione automatica dell'informazione*» (Roma, 17-21 aprile 1972), 1976.
 29. Seminario sulle: «*Applicazioni della Scienza dei Sistemi alla Medicina e alla Chirurgia*» (Roma, 22-26 maggio 1972), 1976.
 30. Convegno Internazionale sul tema: «*Trends in the Physics and Engineering of Technological Materials*» (Roma, 17-19 ottobre 1973), 1976.
 31. Gruppo di studio sui: «*Fenomeni di alta energia nelle ultime fasi dell'evoluzione stellare*» (Roma-Frascati, 29 maggio-16 giugno 1972), 1976.
 32. III Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica. Il codice genetico*» (Roma, 26-28 febbraio 1976), 1977.
 33. Seminario sul tema: «*Una nuova via italiana alla fisica delle alte energie: Ada, Adone ...*» (Roma, 24-25 maggio 1974), 1977.
 34. DIRAC G., *Cardinal-determining Subgraphs of Infinite Graphs* (Lezione tenuta il 16 aprile 1975), 1977.
 35. LEWY H., *On the Boundary Behavior of Holomorphic Mappings* (Lezione tenuta il 3 maggio 1976), 1977.
 36. DUBOS R., *The Resilience of Ecosystems* (Lezione tenuta il 17 dicembre 1976), 1977.
 37. Seminario sul tema: «*Rapporti tra Biologia e Statistica*» (Roma, 19-20 dicembre 1975), 1977.
 38. BAER R., *Finite Metanilpotent Groups and Finite Sylow Tower Groups* (Corso di lezioni tenute nell'aprile 1976), 1977.
 39. CESARI L., *Nonlinear Analysis and Alternative Methods* (Ciclo di lezioni tenute nell'aprile 1974), 1977.
 40. Convegno Internazionale: «*Problemi connessi con l'utilizzazione pacifica dell'energia nucleare in Italia*» (Roma, 12-14 aprile 1976), 1977.
 41. IV Seminario sulla: «*Evoluzione biologica*» (Roma, 17-19 febbraio 1977), 1978.
 42. ISTRATESCU V.I., *Topics in Linear Operator Theory* (Corso di lezioni tenute nell'aprile 1976), 1978.
 43. Convegno sul tema: «*Applicazioni del teorema del punto fisso all'analisi economica*» (Roma, 9-11 marzo 1977), 1978.
 44. Congresso Internazionale su: «*L'insegnamento integrato delle Scienze nella scuola primaria*» (Roma, 7-15 gennaio 1976), 1979.
 45. MARTINELLI E., *Introduzione alla teoria delle classi caratteristiche: uno sguardo panoramico* (Corso di lezioni tenute nel febbraio e marzo 1978. Redatte da Guido Lupaccioli e Paolo Piccinni), 1979.
 46. ANGELINI A.M., *Linee di sviluppo nella utilizzazione della energia solare* (Conferenza tenuta il 9 marzo 1979), 1979.
 47. BIETTI A., *Modelli matematici e statistici applicati all'Archeologia e alla Paleontologia* (Conferenza tenuta il 16 giugno 1978), 1979.
 48. V Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica. Evoluzione della sessualità ed evoluzione umana*» (Roma, 23-25 febbraio 1978), 1979.
 49. GOLINI A., *Attuali tendenze della popolazione in Italia: problemi e prospettive* (Conferenza tenuta il 9 febbraio 1979), 1979.
 50. DE BENEDETTI S., *Dall'universo di Newton a quello di Einstein* (Conferenza tenuta il 28 maggio 1979), 1979.
 51. VI Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica. Ecologia ed etologia*» (Roma, 22-24 febbraio 1979), 1980.

52. LAUGWITZ D., *The Theory of Infinitesimals. An Introduction to Nonstandard Analysis* (Ciclo di lezioni tenute nel marzo 1977), 1980.
53. International Meeting on: «*Astrophysics and Elementary Particles, Common Problems*» (Roma, 21st-23rd February 1980), 1980.
54. CARERI G., *Ordine e disordine nella materia. Tre lezioni sugli aspetti interdisciplinari* (Roma, 26, 28 e 30 novembre 1979), 1981.
55. ADKINS W.A., ANDREOTTI A., LEAHY J.V., *Weakly Normal Complex Spaces*, 1981.
56. SAPORETTI C., *Risultati e prospettive dell'analisi dei testi accadici mediante il calcolatore elettronico* (Conferenza tenuta il 14 dicembre 1979), 1981.
57. VII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia*» (Roma, 28-29 febbraio - 1 marzo 1980), 1981.
58. RANZI S., *L'embriologia: recenti studi a livello molecolare* (Conferenza tenuta il 7 marzo 1980), 1981.
59. Convegno sul tema: «*Problemi di popolazione: realtà attuali e prospettive*» (Roma, 13 giugno 1980), 1981.
60. VIII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Aspetti biologici e sociali: parassitismo e simbiosi*» (Roma, 25-27 febbraio 1981), 1982.
61. BIETTI A., *Tecniche matematiche nell'analisi dei dati archeologici* (Ciclo di tre conferenze tenuto nel dicembre 1980), 1982.
62. ORLANDI T., *La filologia al calcolatore. Nuove prospettive per la letteratura copta* (Conferenza tenuta il 12 marzo 1982), 1982.
63. DE LUCA A., *La teoria generale dei codici* (Conferenza tenuta il 12 febbraio 1982), 1982.
64. IX Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia*» (Roma, 24-26 febbraio 1982), 1983.
65. Convegno sul tema: «*Il miglioramento genetico dei cereali*» (Celebrazione del 40° anniversario della morte di Nazareno Strampelli - Roma, 10 dicembre 1982), 1983.
66. MOSCATI P., *Ricerche matematico-statistiche sugli specchi etruschi*, 1984.
67. MARTINELLI E., *Introduzione elementare alla teoria delle funzioni di variabili complesse con particolare riguardo alle rappresentazioni integrali*, 1984.
68. X Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. L'addomesticazione degli animali e delle piante*» (Roma, 24-26 febbraio 1983), 1984.
69. Giornata di Studio sul tema: «*Archeometria. Scienze esatte per lo studio dei Beni Culturali*» (Roma, 31 maggio 1983), 1985.
70. ARIAS P.E., DI BARI V.C., ORSOLINI RONZITTI G., *La ceramica attica a figure nere e rosse del Corpus Vasorum Antiquorum. L'analisi computerizzata dei dati*, 1985.
71. XI Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. L'evoluzione del comportamento e del sistema nervoso*» (Roma, 1-3 marzo 1984), 1985.
72. Giornate di studio introduttive ai Seminari sulla: «*Scienza e Ingegneria dei Sistemi nelle sue più rilevanti applicazioni*» (Roma, 3-4 maggio 1983), 1985.
73. XII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Lo svolgimento della Genetica e dell'Evoluzione dopo la riscoperta delle leggi di Mendel*» (Roma, 13-15 febbraio 1985), 1986.
74. MOSCATI P., *Analisi statistiche multivariate sugli specchi etruschi*, 1986.
75. Convegno sul tema: «*Nuove frontiere dell'informatica: i sistemi esperti*», in collaborazione con la FINSEL (Roma, 13-14 dicembre 1984), 1986.
76. Meeting on: «*Finite Thermoelasticity*» (Rome, 30th-31st May-1st June 1985), 1986.
77. Seminario su: «*La Scienza e l'Ingegneria dei Sistemi nella gestione delle acque*», in collaborazione con l'Istituto di Idraulica, Idrologia e Gestione delle Acque della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania e con il FORMEZ (Roma, 20-22 novembre 1984), 1986.
78. XIII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Evoluzione degli organuli cellulari*» (Roma, 26-28 febbraio 1986), 1987.
79. XIV Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Dalla*

- biologia dello sviluppo alle biotecnologie»* (Roma, 25-27 febbraio 1987), 1989.
80. XV Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Le difese umorali e cellulari degli organismi*» (Roma, 24-26 febbraio 1988), 1990.
 81. Tavola rotonda sul tema: «*Continui con memoria*» (Roma, 9 maggio 1986), 1990.
 82. XVI Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. La tettonica delle placche e la distribuzione dei viventi*» (Roma, 23-25 febbraio 1989), 1990.
 83. XVII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Origine ed evoluzione dell'uomo*» (Roma, 21-23 febbraio 1990), 1991.
 84. *Conservazione del patrimonio culturale. Ricerche interdisciplinari, I.* 1992.
 85. XVIII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Sistematica ed evoluzione dei viventi*» (Roma, 26-28 febbraio 1991), 1992.
 86. XIX Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Faune attuali e faune fossili*» (Roma, 26-28 febbraio 1992), 1993.
 87. Seminario su: «*Discipline umanistiche e informatica. Il problema dell'integrazione*» (Roma, 8 ottobre 1991). A cura di Tito Orlandi. 1993.
 88. *Conservazione del patrimonio culturale. Ricerche interdisciplinari, II.* 1994.
 89. XX Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Dai Procarioti agli Eucarioti*» (Roma, 25-27 febbraio 1993), 1994.
 90. XXI Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Evoluzione degli ecosistemi*» (Roma, 24-26 febbraio 1994), 1995.
 91. *La diffusione in Italia delle metodologie scientifiche per lo studio e la conservazione delle opere d'arte.* 1994. Conservazione del patrimonio culturale. Ricerche interdisciplinari, III. 1995.
 92. MARABELLI M., *Conservazione e restauro dei metalli d'arte.* Conservazione del patrimonio culturale. Ricerche interdisciplinari, IV. 1995.
 93. PERILLI L., *Filologia computazionale.* 1995.
 94. XXII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Molecole ed evoluzione*» (Roma, 23-25 febbraio 1995), 1996.
 95. XXIII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Coevoluzione e coadattamento*» (Roma, 22-24 febbraio 1996), 1997.
 96. *Il problema della formalizzazione.* Discipline umanistiche e informatica. Ciclo di Seminari (Roma, febbraio-giugno 1994). A cura di Tito Orlandi. 1997.
 97. XXIV Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Le società animali*» (Roma, 26-28 febbraio 1997), 1998.
 98. Simposio: «*Centenario della scoperta dell'elettrone*» (Roma, 13 novembre 1997), 1998.
 99. XXV Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Ritmi biologici*» (Roma, 25-27 febbraio 1998), 1999.
 100. *Il ruolo del modello nella scienza e nel sapere.* Convegno (Roma, 27-28 ottobre 1998), 1999.
 101. XXVI Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Le biotecnologie*» (Roma, 25-27 febbraio 1999), 2000.
 102. XXVII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. L'infertilità umana*» (Roma, 17-19 febbraio 2000), 2000.
 103. Convegno: «*Valore sociale della ricerca scientifica: problemi italiani ed europei*» (Roma, 3 aprile 2000), 2001.
 104. XXVIII Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Sessualità ed evoluzione*» (Roma, 21-23 febbraio 2001), 2002.
 105. Convegno Internazionale: «*Archaeometry in Europe in the third millennium*» (Roma, 29-30 marzo 2001), 2002.
 106. XXIX Seminario sulla: «*Evoluzione Biologica e i grandi problemi della Biologia. Fenomeni di auto-organizzazione nei sistemi biologici*» (Roma, 20-22 febbraio 2002), 2003.

